

Контроль эксплуатационных параметров медицинского рентгеновского оборудования проводится учреждениями, аккредитованными в установленном порядке и имеющими санитарный паспорт.

Результаты радиационного контроля и контроля эксплуатационных параметров рентгеновского оборудования оформляются соответствующими протоколами в двух экземплярах. Один экземпляр хранится в организации, проводящей контроль, другой – в рентгеновском кабинете. Копию протокола организация направляет в учреждение госсаннадзора, выдавшее санитарный паспорт.

Радиационный контроль в радиологических учреждениях. Во всех медицинских радиологических учреждениях, применяющих источники ионизирующих излучений, разрабатывается система радиационного контроля. Она включает в себя организацию и проведение инструментальных наблюдений за радиационной обстановкой и дозами облучения персонала и населения в пределах санитарно-защитной и наблюдаемой зон, а в случае необходимости – и за их пределами. В зависимости от объема и характера работ с источниками излучений радиационный контроль осуществляется службой радиационной безопасности учреждения или специально выделенным лицом. Численность службы радиационной безопасности устанавливается так, чтобы обеспечить радиационный контроль при всех радиационно опасных работах и плановый радиационный контроль на всех участках использования источников излучения. Основными целями радиационного контроля являются следующие:

1. Контроль за соблюдением норм радиационной безопасности.
2. Контроль за выполнением правил работы с радионуклидами и другими источниками ионизирующих излучений.
3. Получение информации об уровнях радиационного воздействия на персонал и радиационной обстановке в рабочих помещениях, санитарно-защитной и наблюдаемой зонах.
4. Регистрация всех видов радиационного контроля.

Положение о службе радиационной безопасности утверждается администрацией учреждения и согласовывается с местными органами Государственного санитарного надзора. В этом Положении должны быть четко определены численность, права и обязанности службы РБ. Персонал службы РБ или лицо, ответственное за радиационный контроль, назначаются из числа работников, прошедших специальную подготовку.

Объем, характер и периодичность радиационного контроля, а также учет и порядок регистрации его результатов определяются администрацией учреждения с учетом особенностей применения источников ионизирующих излучений в данном учреждении. Объем и содержание программы радиационного контроля могут пересматриваться с учетом опыта работы и изменения условий использования источников.

Служба радиационной безопасности контролирует строгое соблюдение персоналом радиологического учреждения норм и правил, установленных НРБ-2000 и ОСП-2002, а также правил и инструкций по технике безопасности, которые должны быть разработаны для каждого рабочего места в контролируемой зоне.

Контроль за уровнями радиационного воздействия и за радиационной обстановкой включает ряд мероприятий, в том числе: испытание и контроль защиты (защитных сооружений и защитного оборудования); индивидуальный дозиметрический контроль за дозами облучения персонала; измерение мощности дозы гамма-излучения на всех постоянных рабочих местах и в смежных помещениях; контроль за радиоактивной загрязненностью рабочих поверхностей, оборудования, спецодежды и кожных покровов; расчетную оценку доз внутреннего облучения с применением прямых и косвенных методов определения содержания радионуклидов в организме.

Качество защитных сооружений и защитного оборудования проверяется на соответствие нормам радиационной безопасности в экстремальных условиях, т. е. при максимальных количествах радионуклидов и максимальных интенсивностях пучков ионизирующих излучений, применяемых в каждом конкретном случае. При проверке качества защиты измерения производятся в следующих точках: 1) 3 точки у каждого рабочего места (на уровнях головы, туловища и ступней ног); 2) не менее 3 точек против стыков защитных устройств; 3) не менее 3 точек против двери в рабочее помещение и против смотрового окна; 4) не менее 4 точек в каждом смежном помещении, особенно на рабочих местах персонала, работающего в смежном помещении. Нестационарные защитные устройства должны проверяться не реже 1 раза в год, а также каждый раз после обнаружения и устранения неисправностей.

Данные об уровнях радиационного воздействия на персонал должны включать в себя фактические сведения об индивидуальных дозах облучения, о загрязнении кожных покровов и расчетные величины ожидаемых доз от внутреннего облучения. Эквивалентная доза в любом органе или ткани, обусловленная профессиональным облучением, должна быть суммой вкладов от внутренних и внешних источников. Она не должна включать дозы, не связанные с профессиональным облучением (медицинское облучение, естественный радиационный фон).

Наличие внутреннего загрязнения можно установить путем проведения радиометрии кожи, мочи и фекалий. Необходимость таких измерений в медицинской радиологической практике возникает редко. В таких случаях (чаще всего – аварийных) необходимо обратиться в учреждение, имеющее в своем распоряжении счетчик для всего тела. На особом учете должен находиться персонал, работающий с летучим радионуклидом ^{131}I , критическим органом для которого является щитовидная железа. Такой персонал должен периодически проверяться на содержание радиоактивного йода в щитовидной железе. Приборы для этой цели обычно имеются в любой радиодиагностической лаборатории.

Контроль за радиационной обстановкой в контролируемой зоне состоит в систематических измерениях дозы гамма-излучения, плотности потоков бета-частиц, нейтронов и других ионизирующих излучений на рабочих местах и в смежных помещениях. Характер и периодичность этого контроля зависят от природы используемых источников излучения и вида работ.

При работе с летучими радиоактивными растворами особое значение приобретает контроль за содержанием радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочих и смежных помещений.

В рабочих помещениях, где проводятся работы с открытыми источниками излучений, необходим регулярный контроль за радиоактивной загрязненностью рабочих поверхностей, оборудования, инвентаря и спецодежды.

Всякое превышение уровней допустимой загрязненности должно приводить к принятию немедленных мер по дезактивации загрязненных поверхностей. К этой разновидности радиационного контроля следует отнести и регулярную проверку герметичности закрытых радиоактивных источников.

Контроль за радиационной обстановкой в санитарно-защитной зоне включает в себя следующие мероприятия:

- измерение мощности дозы гамма-излучения и плотности потоков других ионизирующих излучений на территории радиологического учреждения и в пределах санитарно-защитной зоны;
- контроль за выбросом радионуклидов в атмосферу;
- контроль за содержанием радионуклидов в жидких отходах, сбрасываемых

непосредственно в канализацию;

- контроль за сбором, удалением и обезвреживанием радиоактивных отходов;
- контроль за уровнем радиоактивных загрязнений объектов внешней среды за пределами радиологического учреждения.

Во всех случаях частота и объем контрольных замеров должны устанавливаться таким образом, чтобы можно было оценить количественное поступление радионуклидов в организм персонала за квартал и в организм ограниченной части населения за год. Случаи однократного или повторного превышения допустимых концентраций подлежат расследованию, а вызывающие их причины – устранению.

Результаты проведения всех видов радиационного контроля должны регистрироваться. При проведении индивидуального дозиметрического контроля необходимо определять квартальную дозу и вести учет годовой дозы для каждого сотрудника категории А. Должен вестись также и учет суммарной дозы за весь период профессиональной работы данного сотрудника. Индивидуальную дозу облучения фиксируют в карточке индивидуального учета, которая хранится в течение 50 лет после увольнения работника.

Требования к радиационному контролю при радиационных авариях изложены в IX главе.

Методы дозиметрии

Специфических рецепторов, воспринимающих ионизирующие излучения у человека нет, вместе с тем, ионизирующие излучения могут быть обнаружены и зарегистрированы по тем эффектам, которые возникают в результате их взаимодействия с веществом.

Из таблицы 8.1 видно, что рентгеновское излучение и тормозное излучение высокой энергии обладает сходными с гамма-излучением природой и физическими свойствами.

К корпускулярному излучению относятся альфа-частицы, бета-частицы, нейтроны, протоны, пи-мезоны и тяжелые ионы. Они представляют собой поток быстролетающих заряженных или нейтральных (нейтроны) частиц – корпускул.

Таблица 8.1

Свойства квантовых излучений

Вид излучения	Источник	Скорость	Энергия	Заряд	Длина пробега в тканях	Плотность ионизации в тканях
Рентгеновские лучи	Рентгеновская трубка	300 тыс. км /с	250 - 400 КэВ	0	Десятки сантиметров	1-2 пары ионов на 1мк.
Тормозное излучение высоких энергий	Линейный ускоритель	300 тыс. км /с	4 - 45 МэВ	0	Метры	0,5 – 2 пары ионов на 1 мк
Гамма-лучи	⁶⁰ Со	300 тыс. км /с	1,25 МэВ	0	Метры	0,5–2 пары ионов на 1 мк

Альфа-излучение(а-частицы) – это поток частиц с массой, равной четырем, и двойным положительным зарядом, т.е. поток ядер атомов гелия. Альфа-частица состоит из двух нейтронов и двух протонов. Альфа-излучение естественных радиоактивных изотопов (энергия до 9 МэВ) обладает очень малой проникающей способностью, составляющей в тканях человека 50 -70 мк. Оно применяется только в виде общих или местных радоновых ванн (^{222}Rn) в физиотерапевтической практике. Альфа-частицы супервольтной энергии (800 МэВ), полученные на циклических ускорителях, обладают высокой проникающей способностью.

Бета-излучение (b-частицы) – это частицы, имеющие отрицательный или положительный заряд и массу, равную 1/1840 массы атома водорода. Их энергия варьирует в значительных пределах: от минимальной, практически нулевой до максимальной – в несколько миллионов электрон-вольт. Источниками бета-излучения являются естественные и искусственные радиоактивные вещества (^{32}P , ^{90}Y , ^{131}I), а также линейные и циклические ускорители. Характеристика альфа- и бета-излучения радиоактивных веществ приведена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

Свойства альфа- и бета-излучений радиоактивных веществ

Вид, природа излучения	Источник	Скорость	Энергия	Заряд	Длина пробега в тканях	Плотность ионизации в тканях
Альфа-излучение ядра гелия	Естественные радиоактивные нуклиды	15 – 20 тыс. км/с	До 9 МэВ	+	50-70 мк	3000-4000 пар ионов на 1 мк
Бета-излучение: а) поток электронов б) поток позитронов	Естественные и искусственные радиоактивные нуклиды	87 – 298 тыс. км/с	До 3 МэВ	–	До 10 мм	50 -70 пар ионов на 1 мк
	Искусственные радиоактивные нуклиды	87 – 298 тыс. км/с	До 3 МэВ	–	До 10 мм	50 -70 пар ионов на 1 мк

Как следует из таблицы 8.2, проникающая способность бета-частиц значительно превосходит таковую альфа-частиц, тогда как ионизационная способность альфа-излучения намного выше, чем бета-излучения.

Таким образом, сопоставляя физические свойства альфа- и бета-частиц, источником которых являются радиоактивные вещества, с таковыми ортвовольтного рентгеновского и гамма-излучения необходимо подчеркнуть, что наибольшей проникающей способностью обладают гамма-лучи. Что касается плотности ионизации, то на единицу пробега в тканях альфа-частицы оказывают действие в сотни раз более сильное, чем бета-частицы, и в тысячу раз сильнее, чем рентгеновское и гамма-излучение.

Нейтронное излучение – поток нейтронов, представляющих собой элементарные частицы, не имеющие электронного заряда, с массой, равной 1,00897 атомной единицы массы. В клинической практике находят применение быстрые нейтроны с энергией от 20 кэВ до 20 МэВ. Основными источниками нейтронов, используемых с лечебной целью, являются ускорители и ядерные реакторы (для дистанционного облучения), а также радиоактивный калифорний (^{252}Cf) для контактного облучения.

Протонное излучение – поток элементарных частиц с массой, равной 1,00758 атомной единицы массы, и положительным зарядом. Протоны – это ядра атомов водорода, образующиеся при ионизации атомов водорода. Источником протонов для медицинских целей служат ускорители. Преимуществом протонов и получаемых на ускорителях альфа-частиц перед перечисленными ранее видами излучений является их способность образовывать в конце своего пробега в тканях максимум ионизации, именуемый пиком Брэгга. При этом доза в пике превосходит таковую в окружающих тканях в 2,5 – 3,5 раза.

Пи-мезонное излучение – поток элементарных частиц, имеющих массу, промежуточную между массой электрона и протона. Мезоны могут быть положительными (π^+), отрицательными (π^-) и нейтральными (π^0). Заряд положительных и отрицательных пи-мезонов равен заряду электрона, а масса составляет 273,2 массы электрона. Как и у протонов, плотность ионизации у пи-мезонов растет к концу пробега (пик Брэгга). Однако, в отличие от протонов, остановившиеся отрицательные пи-мезоны захватываются ядрами атомов кислорода, углерода, азота или водорода, а затем расщепляют ядра с высвобождением громадного количества энергии, т.е. образуется максимум ионизации. При этом соотношение дозы в пике к дозе в окружающих тканях достигает 10/1. Основным источником мезонов являются ускорители.

Тяжелые ионы – ионы кислорода, азота, неона, аргона – имеют положительный заряд, обладают высокой плотностью ионизации и образуют пик Брэгга. Источником тяжелых ионов являются ускорители.

Физические свойства корпускулярных излучений супервольтных энергий представлены в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Свойства корпускулярных излучений супервольтных энергий

Вид излучения	Электрический заряд	Масса	Энергия излучения
Ускоренные альфа-частицы	+	4	До 800 МэВ
Быстрые электроны	–	1/1840 массы атома водорода	До 45 МэВ
Быстрые нейтроны	0	1	До 20 МэВ
Протоны	+	1	До 200 МэВ
Пи-мезоны	–	273,2 массы электрона	До 70 МэВ
Тяжелые ионы	+	>4	До 500 МэВ

Из таблицы видно, что наибольшей массой обладают ускоренные альфа-частицы и тяжелые ионы, наименьшей – быстрые электроны. Что касается величины энергии, то наиболее высокой она является у альфа-частиц, самой маленькой – у быстрых нейтронов.

Эффект взаимодействия ионизирующих излучений с веществом можно наблюдать в физических, химических и биологических средах, что позволяет различать физические,

химические и биологические методы клинической дозиметрии. Каждый из этих методов дозиметрии включает в себя большое число способов регистрации ионизирующих излучений, неравноценных в точности измерения. Среди физических методов наибольшее распространение получила возможность регистрации ионизации в газообразных и твердых веществах (дозиметры, оснащенные ионизационными камерами, счетчики Гейгера-Мюллера, сцинтилляционные и полупроводниковые дозиметры). Среди химических методов дозиметрии широко применяется фотографический способ. Биологические методы дозиметрии в настоящее время полностью утратили свое значение и практического применения в клинике не находят.

В рентгеновских и радиологических отделениях для контроля доз излучения, действующих на больных и медицинский персонал, применяются ионизационные камеры, сцинтилляционные, полупроводниковые и пленочные дозиметры.

Ионизационные камеры. При взаимодействии излучения с веществом часть энергии передается атомам этого вещества и расходуется на их ионизацию и возбуждение. В ионизационной камере веществом, в котором вызывается процесс ионизации, служит газ.

Ионизационная камера представляет собой цилиндр с ограниченным объемом газа, помещенный в электрическое поле. Электрическое поле создается путем прикладывания разности потенциалов от внешнего источника к двум изолированным друг от друга проводникам, между которыми находится газ. В обычных условиях газ является изолятором, поэтому тока в цепи нет. Под действием ионизирующего излучения в газе, заполняющем камеру, появляются положительные и отрицательные ионы. Благодаря наличию электрического поля беспорядочное движение ионов сменяется направленным, при котором положительные ионы движутся к отрицательно заряженному электроду, а отрицательные – к положительно заряженному. Число ионов, подходящих к электродам за единицу времени, пропорционально скорости направленного движения. Скорость направленного движения при малых величинах напряжения сравнительно небольшая, время, за которое ионы доходят до электродов, велико, и большое количество ионов рекомбинирует, не успевая достигнуть электродов. При дальнейшем увеличении напряжения между электродами сила тока в цепи будет возрастать за счет большего числа ионов, достигающих электродов. Наконец, при некотором напряжении время, за которое ионы доходят до электродов, становится намного меньше среднего времени рекомбинации, и все ионы, образующиеся под воздействием излучения, доходят до электродов камеры. В этом случае ионизационный ток пропорционален числу ионов, образующихся в камере за единицу времени, и, следовательно, пропорционален интенсивности ионизирующего излучения.

В зависимости от назначения различают два типа ионизационных камер:

1) камеры для измерения суммарного ионизационного эффекта; такие камеры могут измерять силу тока, вызванного большим количеством ионизирующего излучения, или заряд, накопленный за продолжительное время на электродах;

2) камеры для измерения отдельных ионизирующих частиц (импульсные камеры).

Ионизационные камеры используют для счета ионов, возникающих при действии заряженных частиц, рентгеновского, гамма-излучения и потока быстрых нейтронов. Малая проникающая способность альфа-частиц вынуждает использовать для их регистрации камеры с очень тонкими окнами или размещать альфа-препарат непосредственно в чувствительном объеме камеры. В силу высокой ионизирующей способности и малого пробега альфа-частиц ионизационные камеры для измерения альфа-излучения имеют небольшое расстояние между электродами. Препараты, испускающие бета-излучение, располагаются вне камеры, при этом камера оснащается

окном с тонкими воздухоэквивалентными стенками. В ионизационных камерах, применяемых для регистрации рентгеновского и гамма-излучений, образующиеся в стенках камеры вторичные электроны играют более важную роль, чем электроны, возникающие в газе камеры. Чем больше газовый объем камеры, тем больше число ионов, возникающих в нем под действием вторичных электронов. Поэтому для регистрации малых доз излучения используют сравнительно большие камеры, а для больших доз – маленькие. Ионизационные камеры позволяют регистрировать дозы различных излучений с энергиями от единиц килоэлектрон-вольт до десятков мегаэлектрон-вольт.

Сцинтилляционные дозиметры. При прохождении излучения через вещество происходит не только ионизация, но и возбуждение атомов и молекул. Переход атомов и молекул из возбужденного в невозбужденное состояние, как известно, может сопровождаться испусканием ультрафиолетового, видимого или инфракрасного света. В некоторых веществах доля энергии первичного излучения, преобразуемого в видимое излучение, довольно велика (около 20% от энергии первичного излучения). Вещества, обладающие такой способностью, называются сцинтилляторами. К ним относятся некоторые неорганические соединения, например, йодистый калий, йодистый натрий, йодистый цезий, а также такие органические вещества, как антрацен, стильбен, толан и др.

Сцинтилляционный счетчик состоит из сцинтиллятора, фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) и электроизмерительного прибора. Фотон светового излучения, возникший при попадании заряженной частицы в вещество сцинтиллятора, выбивает из фотокатода фотоэлектронного умножителя электрон. Этот электрон дает начало ряду последовательных процессов умножения в результате эффекта вторичной эмиссии на электродах фотоумножителя, называемых диодами. В результате на выходном электроде (аноде) возникает поддающийся измерению импульс тока (рис.8.1).

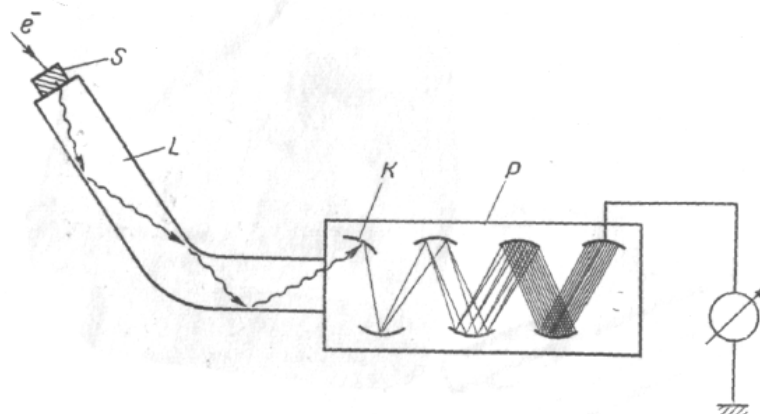


Рис. 8.1. Схема сцинтилляционного счетчика.

- S — сцинтиллятор;
- L — светопровод;
- K — фотокатод;
- P — фотоумножитель;
- e — заряд.

Обычные конструкции фотоэлектронных умножителей предусматривают наличие 8-10 диодов, что позволяет получить количество электронов, приходящих на анод ФЭУ, в 10^8 - 10^9 раз больше, чем было выбито из фотокатода.

Сцинтилляционные счетчики отличаются высокой эффективностью измерения, в частности, по отношению к рентгеновскому и гамма-излучению. Кроме того, сцинтилляторы позволяют регистрировать заряженные частицы, следующие друг за другом с ничтожными промежутками времени (до 10^{-9} с). Важным преимуществом таких счетчиков, по сравнению с другими дозиметрами, является возможность использования сцинтилляторов малой величины, что позволяет проводить измерения доз не только в воздухе или на поверхности облучаемого объекта, но и в глубине.

Полупроводниковые дозиметры. Метод полупроводниковой дозиметрии основан на способности некоторых веществ изменять сопротивление под воздействием ионизирующих излучений. Ряд полупроводников, обладающих достаточной чувствительностью, может быть использован для клинической дозиметрии. Таковы, например, кристаллы сернистого кадмия (CdS), который является полупроводником. Полупроводники имеют некоторое количество электронов проводимости, способных перемещаться под действием магнитного поля, а другой части электронов не хватает небольшого количества энергии для того, чтобы стать электронами проводимости. Эта энергия может быть получена за счет ионизирующего излучения. В таком случае сопротивление полупроводника значительно уменьшается. Если к кристаллу проводника приложена разность потенциалов, и на него начинает воздействовать ионизирующее излучение, то ток в цепи в связи с уменьшением сопротивления полупроводника значительно увеличивается и будет пропорционален интенсивности излучения.

Детекторы из сульфида кадмия имеют небольшие размеры (несколько кубических миллиметров); диапазон чувствительности от 1 до 120 рентген/ч (Р/ч). Эти свойства позволяют использовать дозиметр с CdS для измерения глубинных доз, особенно при внутриволостной дозиметрии.

Фотографический метод дозиметрии. Как известно, под действием ионизирующих излучений в фотоэмульсии возникает скрытое изображение. После проявления и фиксирования засвеченные участки чернеют. Химизм процесса заключается в том, что под действием излучения бромистое серебро, составляющее основу чувствительного слоя фотопластины, разлагается с образованием свободных атомов серебра.

Фотографический метод может быть использован для определения доз в фантомах и для индивидуальной дозиметрии. Степень почернения фотопленки зависит от спектрального состава излучения (энергии фотонов) и от дозы. Наибольший интерес фотографический метод представляет для индивидуальной дозиметрии.

По степени почернения пленки можно судить о дозе, полученной данным сотрудником. Степень почернения изменяется путем сравнения с эталонной пленкой на фотометре. Важным условием для получения достаточно точных результатов измерения является обработка фотоматериала и эталонных пленок в одинаковых растворах проявителя и в идентичных условиях.

Термолюминесцентный метод дозиметрии. При термолюминесцентном методе дозиметрии производится измерение световой энергии, выделяющейся при нагревании облученных детекторов до определенной температуры. Достоинства этих детекторов в том, что они имеют небольшие размеры, не связаны с измерительным прибором, имеют широкий диапазон доз, с их помощью измерения могут быть проведены после облучения. Для изготовления детекторов используют составы на основе фтористого лития, соединения кальция, алюмофосфатные стекла. Широко применяются при индивидуальной дозиметрии.

Разновидности доз и единицы их измерения

Применение ионизирующих излучений в клинической практике вызывает необходимость количественной оценки распределения энергии излучения в облучаемом объеме. Целью дозиметрического исследования является определение дозы излучения в какой-либо среде.

Доза – это величина энергии, поглощенной единицей массы или объема облучаемого вещества. Существует несколько разновидностей доз: доза в воздухе, на поверхности, в глубине облучаемого объекта. Доза, отнесенная к единице времени, называется мощностью дозы. Мощность дозы – это энергия, поглощенная в единице массы или объема облучаемого вещества за единицу времени.

Экспозиционная доза представляет собой дозу в свободном воздухе, при отсутствии рассеивающих тел. Она определяется степенью ионизации воздуха и характеризует главным образом источник рентгеновского и γ -излучений излучения. При увеличении расстояния от источника до облучаемого объекта экспозиционная доза убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника до облучаемой поверхности. За единицу экспозиционной дозы рентгеновского и γ -излучений принимается кулон на килограмм (Кл/кг).

Кулон на килограмм – экспозиционная доза рентгеновского и γ -излучений, при которых сопряженная с этим излучением корпускулярная эмиссия на килограмм сухого атмосферного воздуха производит в воздухе ионы, несущие заряд в 1 Кл электричества каждого знака.

Внесистемной единицей экспозиционной дозы рентгеновского и γ -излучений является рентген (Р). Рентген – это доза, при которой в 1 см³ сухого воздуха возникают ионы, несущие заряд в одну электростатическую единицу электричества каждого знака. 1 Кл/кг = 3880 Р.

Мощность экспозиционной дозы – экспозиционная доза, рассчитанная на единицу времени. В СИ она измеряется в амперах на килограмм (А/кг). Внесистемные единицы мощности экспозиционной дозы: рентген в секунду (Р/с), рентген в минуту (Р/мин) и рентген в час (Р/час). Между ними существуют следующие соотношения:

$$1 \text{ Р/с} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг}; 1 \text{ Р/мин} = 4,30 \cdot 10^{-6} \text{ А/кг}, 1 \text{ Р/час} = 7,17 \cdot 10^{-8} \text{ А/кг}.$$

Доза в рентгенах или его производных, измеренная на поверхности облучаемого объекта или тела, называется поверхностной кожной дозой. Кожная доза при рентгеновском и гамма-излучении превышает дозу, измеренную в свободном воздухе на том же расстоянии от источника радиации, так как кожная доза складывается из поглощенной энергии первичного потока излучения и энергии рассеянного излучения, попадающего в кожу преимущественно из поверхностных тканей. С увеличением поля облученная кожная доза растет, так как увеличивается объем тканей, в которых образуется вторичное излучение. В то же время с увеличением энергии излучения кожная доза убывает, поскольку рассеянное излучение смещается в глубину по ходу пучка.

Поглощенная доза – основной количественный показатель воздействия ионизирующих излучений на облучаемые ткани. Она характеризуется величиной энергии, поглощенной в единице массы облучаемого вещества. В СИ единица поглощенной дозы – джоуль на килограмм (Дж/кг). Эта величина получила название «грей» (Гр). Грей – единица поглощенной дозы, при которой массе облученного вещества в 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж.

Внесистемной единицей поглощенной энергии излучения является рад – (радиационная адсорбированная доза) поглощенная энергия излучения, равная 100 эрг на 1 г облучаемого вещества. Доза, поглощенная за единицу времени, называется мощностью поглощенной дозы. 1 Гр = 100 рад.

Помимо экспозиционной и поглощенной доз существуют понятия эквивалентная и

эффективная.

Доза эквивалентная – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения.

При воздействии различных видов излучения с различными взвешивающими коэффициентами эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения.

Единицей эквивалентной дозы в СИ является зиверт (Зв). Зиверт – эквивалентная доза любого излучения, поглощенная в 1 кг биологической ткани, создающая такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения. Внесистемная единица эквивалентной дозы – бэр (биологический эквивалент рентгена). $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

Доза эффективная – величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она представляет собой сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты. Единица эффективной дозы – зиверт (Зв). Внесистемная единица – бэр. $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

Доза эквивалентная или эффективная, ожидаемая при внутреннем облучении, – доза за время, прошедшее после поступления радиоактивных веществ в организм.

Доза годовая эффективная (эквивалентная) – сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения человека, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год. Единица годовой эффективной дозы – зиверт (Зв).

Доза эффективная коллективная – мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единица эффективной коллективной дозы – человеко-зиверт (чел.-Зв).

Доза предотвращаемая – прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями.

Глубинная доза – это доза, измеренная на определенной глубине от поверхности облучаемого объекта. Отношение дозы на глубине к дозе в свободном воздухе, выраженное в процентах, называется относительной, или процентной, глубинной дозой. Относительная глубинная доза возрастает с увеличением: а) расстояния от источника, б) энергии излучения, в) поля облучения. Доза, измеренная в патологическом очаге, называется очаговой дозой.

Для планирования лучевой терапии и прогноза возможных лучевых реакций необходимо знать интегральную поглощенную дозу, под которой понимают энергию ионизирующего излучения, поглощенную во всей массе облученного вещества, или в облученном органе. В клинической радиологии употребляются понятия разовой и суммарной дозы. Под разовой дозой подразумевается количество энергии, поглощенной за одно облучение. Под суммарной дозой подразумевается количество излучения, подведенного за весь курс лечения. Необходимо различать и указывать, соответственно, разовую и суммарную интегральные дозы.

Активностью называется мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени. Другими словами, это мера количества радиоактивного вещества, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени. В системе СИ единицей активности является обратная секунда (с^{-1}), называемая беккерель (Бк), т.е. один распад в секунду. Используемая ранее внесистемная единица активности кюри (Ки)

составляет $3,7 \times 10^{10}$ Бк.

Дозиметры и их эксплуатация

Дозиметры – это приборы, предназначенные для измерения дозы или мощности дозы ионизирующего излучения.

По целевому назначению дозиметры делят на следующие основные группы:

1. Дозиметры для измерения ионизирующих излучений в прямом пучке. Эти приборы применяют, главным образом, при подготовке к лучевой терапии, а также с целью оценки облучения больных в процессе рентгено- (радио-) логического исследования.

2. Дозиметры для контроля защиты от рентгеновского и гамма-излучения. С помощью этих дозиметров измеряют мощности доз рассеянного излучения на рабочих местах персонала рентгенодиагностических кабинетов, а также в смежных с ними помещениях (дозиметры ДКС - 1119, ДКС - 1119С, МКС - 1117). Используются также при радиационных авариях.

3. Дозиметры для индивидуального контроля облучения лиц, работающих в сфере действия ионизирующих излучений (ДТГ-4).

В зависимости от типа регистрирующего устройства все дозиметрические приборы измеряют либо непосредственно мощность дозы, либо суммарную дозу за все время облучения. В последнем случае дозиметры имеют интегрирующее устройство, способное суммировать результаты измерений на протяжении облучения.

Радиометры (измерители радиоактивности) – применяются для обнаружения и определения степени радиоактивного загрязнения тела, одежды, продуктов питания, оборудования, воздуха α - и β -частицами, γ -излучения. Датчиками радиометров являются газоразрядные и сцинтилляционные счетчики. Такими приборами являются, в частности, дозиметры-радиометры: МКС-1117, МКС-01Р, ДП-5А; спектрометры внутреннего излучения человека (СИЧ); счетные установки для определения абсолютной активности исследуемого субстрата (РУБ-01П6, РКГ-1) и другие приборы. Порядок работы с дозиметрическими и радиометрическими приборами определяется инструкцией, прилагаемой к каждому прибору.

Большинство дозиметров и радиометров имеют следующие основные блоки: 1) датчик (ионизационная камера, газоразрядная трубка, сцинтиллятор или люминофор); 2) питающее, преобразующее и регистрирующее устройства.

Общее правило эксплуатации дозиметров (радиометров):

- при работе на любом приборе нужно, прежде всего, изучить инструкцию по его эксплуатации. Каждый прибор должен иметь паспорт. Эксплуатируемые приборы 1 раз в год подлежат проверке территориальными органами метрологической службы Госстандарта, а находящиеся на хранении – один раз в три года;

- окружающая среда, где устанавливается прибор, не должна содержать пыли, паров кислот и агрессивных примесей;

- перед включением прибора необходимо обеспечить правильный режим его питания и проверить, установлены ли все ручки управления в начальное положение;

- после включения прибора до начала измерений следует выдержать его во включенном состоянии не менее 5 мин.;

- проверить правильность работы дозиметра (радиометра) с помощью контрольных устройств, указанных в инструкции или градуировочном свидетельстве (электроконтроль, контроль с радиоактивным препаратом);

- выбрать правильный режим измерения. При этом следует начинать с наиболее "грубого" диапазона;

- в каждом режиме нужно сделать не менее трех повторных измерений;

- после окончания работы обязательно вывести все ручки управления в исходное положение и выключить прибор;
- оберегать дозиметр (радиометр) от сотрясения, ударов, пыли и повышенной влажности, переносить прибор только в упаковочных ящиках.

Контроль внутреннего облучения человека. Основная трудность дозиметрии внутреннего облучения состоит в невозможности прямыми методами измерения зарегистрировать дозу внутреннего облучения тела или критического органа. Поэтому процесс определения дозы разбивается на 2 части:

- определение активности радионуклида в организме;
- расчет дозы облучения с учетом метаболизма радионуклида за определенный промежуток времени.

Инкорпорированную активность в теле человека определяют несколькими способами. Существуют прямой и косвенный методы. Оба метода дополняют друг друга.

Прямой представляет собой измерение гамма-излучения тела с помощью спектрометра излучения человека (СИЧ). Метод позволяет осуществлять идентификацию радионуклидов по составу на основе измерения энергии излучения, имеет высокую чувствительность. Однако область использования метода ограничена радионуклидами с достаточно интенсивным фотонным излучением (0,1 кванта на распад) с энергией выше 0,1 МэВ.

Косвенные методы представляют собой измерение концентрации радионуклида и расчет доз облучения на основе анализа биосубстратов (моча, кал, кровь, слюна, пот, женское молоко, желудочный сок, кишечный сок, волосы, зубы, смывы зева, носовой полости, поверхности кожи) или источников поступления радионуклидов (воздух, вода, продукты питания).

Достоинство метода исследования биосубстратов заключается в возможности оценки доз внутреннего облучения за счет α -излучателей и низкоэнергетических β -излучателей. Недостатком метода является высокая погрешность (до 100%) из-за индивидуальной биологической или суточной вариабельности выделения.

Некоторые радионуклиды можно определить в крови (цезий-137, натрий-24, калий-40, фосфор-35 и др.).

Кроме того, исследование крови используется для проведения биологической дозиметрии. По количеству хромосомных aberrаций можно оценить эффективную дозу на все тело. Для выявления хромосомных aberrаций используют клетки (чаще всего лимфоциты периферической крови), находящиеся в состоянии метафазы, когда хроматин конденсируется и хромосомы представлены в виде коротких палочек (хроматиды), соединенных по центру с двумя другими. Центромера может сдвигаться, но в норме 23 пары человеческих хромосом должны иметь по одной центромере. Aberrации могут быть разные. Если воздействие радиации происходит в стадии G_1 , то, когда наступает метафаза, разрывы касаются двух хроматид. Это хромосомный тип aberrаций. Воздействие радиации в стадии G_2 , т.е. когда наступает репликация ДНК, повреждает какую-либо одну хроматиду (хроматидный тип aberrаций). Этот тип aberrаций встречается также после ультрафиолетового облучения, воздействия многих химических факторов. Человеческие лимфоциты, как не делящиеся спонтанно клетки, находятся в стадии G_0 или G_1 , воздействие на них радиации всегда приводит к возникновению хромосомных aberrаций. Хромосомные aberrации относятся к числу таких разрывов хромосом, когда наступает взаимодействие между разорванными концами и возникает дицентрик или кольцо. Дицентрик представляет собой обмен с другими хромосомами, а не только внутри одной хромосомы (интраобмен). В процессе митотического цикла хромосомные и хроматидные aberrации могут спонтанно исчезать. Нестабильными

абберациями являются делеции и ассиметричные обмены. Инверсии и транслокации являются стабильными абберациями. Так как некоторые популяции лимфоцитов живут очень долго (многие годы), то данные клетки можно считать клетками памяти (мемориальными клетками). В периферической крови лимфоциты не делятся (G_0), но их можно активировать путем добавления в культуру клеток антигена. Так экстракт из бобов – фитогемагглютинин (ФГА) стимулирует Т-лимфоциты даже после минутного контакта с ними. В-лимфоциты также активируются ФГА, но слабее и поэтому не используются. Используется первый цикл митозов. Необходимо отметить, что чем больше времени проходит после воздействия мутагена, тем меньше шансов обнаружить абберации, так как ДНК имеет энзиматическую систему репарации. Так называемые стабильные абберации сохраняются долгие годы, и это дает возможность исследовать кровь через многие годы после воздействия радиации. Известно, что базальная частота дицентриков встречается от 0/1000 у детей до 2,8/1000 клеток у взрослых, проживающих в экологически загрязненных районах (химическая индустрия).

Перспективным методом также является исследование электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) в веществе эмали зуба. При γ - или рентгеновском облучении эмали в ней образуются свободные парамагнитные радикалы, которые регистрируются методом ЭПР.

Число радиоиндуцированных парамагнитных центров в кристаллах гидроксилapatита, входящих в состав эмали, прямо пропорционально величине суммарной поглощенной дозы ионизирующего излучения. Кристаллические структуры эмали зуба сохраняют радиационно-индуцированные изменения в течение миллиардов лет. Минимальная доза излучения, которую можно зарегистрировать с помощью ЭПР, составляет примерно 0,1 Гр. Недостатком метода является необходимость исследования эмали зуба, получить которую возможно лишь при экстрагировании зубов по медицинским показаниям.

Исследование мочи и кала имеет значение при профилактических осмотрах профессионалов и при аварийных ситуациях. Есть закономерные связи между содержанием радионуклида в моче, кале и в организме. Желательно производить исследования в динамике. В кале выявляются плохо растворимые вещества, поступившие пероральным и ингаляционным путем.

Радиохимический анализ включает сбор и подготовку пробы, выделение радиоактивного вещества, измерение активности, идентификацию радионуклида. Для мочи разрешающая способность метода (нижний предел чувствительности) составляет 10–2 Бк/л. Рекомендуют сбор проб в полиэтиленовые емкости дома до или после работы. Мочу подкисляют соляной или азотной кислотой, можно добавлять другой консервант или стабильный изотоп. Хранение проб – в холодильнике.

Оценка носовых мазков. Измеряют активность пыли в преддверии носовой полости. Есть коэффициент перехода от активности мазков к поступлению радионуклидов в организм. Этот показатель используется как индикатор загрязнения.

Исследование источников поступления радионуклидов имеет достоинства в простоте приборного обеспечения и возможности применения для группового радиационного контроля. Недостатки метода состоят в значительной погрешности (в несколько раз) из-за невозможности учета индивидуального потребления (продуктов питания, объема воздуха, прошедшего через легкие), реальных характеристик поступающего радионуклида (дисперсность аэрозолей, их физико-химические характеристики), индивидуальных параметров усвоения.

Глава IX. Планирование медицинской помощи при радиационных авариях

Требования к радиационной безопасности при радиационных авариях

Радиационная авария – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью, повреждением оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды сверх установленных норм.

При оказании медицинской помощи при радиационных авариях нужно руководствоваться НРБ-2000 и ОСП-2002.

ОСП-2002 устанавливает следующие положения радиационной безопасности при радиационных авариях:

1. Система радиационной безопасности персонала и населения при радиационной аварии должна обеспечивать сведение к минимуму негативных последствий аварии, предотвращение возникновения детерминированных эффектов и минимизацию вероятности стохастических эффектов. При обнаружении радиационной аварии должны быть предприняты срочные меры по прекращению ее развития, восстановлению контроля над источником излучения и сведению к минимуму доз облучения и количества облученных лиц из персонала и населения, радиоактивного загрязнения производственных помещений и окружающей среды, экономических и социальных потерь, вызванных аварией.

2. В проектной документации радиационного объекта должны быть определены возможные аварии, возникающие вследствие неисправности оборудования, неправильных действий персонала, стихийных бедствий или иных причин, которые могут привести к потере контроля над источниками излучения и облучению людей и (или) радиоактивному загрязнению окружающей среды. Перечень возможных аварий для конкретных условий работы с источниками излучения согласовывается с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

3. В проектной документации радиационных объектов I-II категорий должен быть раздел “Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций”, включающий номенклатуру, объем и места хранения средств индивидуальной защиты, медикаментов, аварийного запаса радиометрических и дозиметрических приборов, средств дезактивации и санитарной обработки, инструментов и инвентаря, необходимых для проведения неотложных работ по ликвидации последствий радиационной аварии.

4. Пользователь источников ионизирующих излучений обязан разработать, утвердить и согласовать с местными Советами депутатов, государственными органами, осуществляющими управление, надзор и контроль в области обеспечения радиационной безопасности, план мероприятий по защите персонала и населения в случае радиационной аварии. План должен содержать следующие основные разделы:

- организация аварийного радиационного контроля;
- оценка характера и размеров радиационной аварии;

- порядок введения аварийного плана в действие;
- порядок оповещения и информирования;
- поведение персонала при аварии;
- обязанности должностных лиц при проведении аварийных работ;
- меры защиты персонала при проведении аварийных работ;
- противопожарные мероприятия;
- мероприятия по защите населения и окружающей среды;
- оказание медицинской помощи пострадавшим;
- меры по локализации и ликвидации очагов (участков) радиоактивного загрязнения;

-подготовка и тренировка персонала к действиям в случае аварии.

5. На всех радиационных объектах должна быть инструкция по действиям персонала в аварийных ситуациях.

6. На производственных участках, в санпропускнике и здравпункте радиационного объекта должны находиться аптечки с набором необходимых средств первой помощи пострадавшим при аварии, а на объектах, где проводится работа с радиоактивными веществами в открытом виде, также и восполняемый запас средств санитарной обработки лиц, подвергшихся загрязнению.

7. В каждой организации, в которой возможна радиационная авария, должна быть предусмотрена система экстренного оповещения о возникшей аварии, по сигналам которой персонал должен действовать в соответствии с планом мероприятий по ликвидации радиационной аварии и инструкцией по действиям персонала в аварийных ситуациях.

8. В случае установления факта радиационной аварии администрация организации обязана немедленно информировать государственные органы, осуществляющие управление, надзор и контроль в области обеспечения радиационной безопасности, а также органы местного управления и самоуправления, население территорий, на которых возможно повышенное облучение, вышестоящую организацию или ведомство.

9. Местные исполнительные и распорядительные органы в соответствии с планом мероприятий по защите работников (персонала) и населения в случае радиационной аварии обеспечивают быстрое поступление данных о радиационной аварии специалистам в области радиационной защиты и их участие в информировании населения о радиационной аварии, рекомендуемых способах и средствах защиты.

10. К проведению работ по ликвидации аварии и ее последствий должны привлекаться, прежде всего, члены специализированных аварийных бригад. При необходимости для выполнения этих работ могут быть привлечены лица предпочтительно из персонала старше 30 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья. Женщины могут быть допущены к участию в аварийных работах лишь в исключительных случаях.

11. Перед началом работ по ликвидации последствий аварии должен проводиться инструктаж персонала по вопросам радиационной безопасности с разъяснением характера и последовательности работ. При необходимости следует провести предварительную отработку предстоящих операций.

12. Работы по ликвидации последствий аварии и выполнение других мероприятий, связанных с возможным переоблучением персонала, должны проводиться под радиационным контролем по наряду-допуску, в котором определяются предельная продолжительность работы, дополнительные средства защиты, фамилии участников и

лица, ответственного за выполнение работ. Форма наряда-допуска на производство работ повышенной радиационной опасности приведена в приложении 15 к Правилам.

13. Регламентация планируемого повышенного облучения персонала при ликвидации аварии определяется главой V НРБ-2000. Планируемое повышенное облучение допускается для персонала радиационного объекта, участвующего в проведении аварийно-восстановительных работ, и специалистов аварийно-спасательных служб и формирований.

14. Порядок радиационного контроля определяется с учетом особенностей и условий выполняемых работ и согласовывается с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

15. Людей с травматическими повреждениями, химическими отравлениями, подвергшихся облучению в дозе выше 0,2 Зв, необходимо направить на медицинское обследование и лечение. При радиоактивном загрязнении должны проводиться санитарная обработка людей и дезактивация одежды.

16. При радиационной аварии с выбросом радионуклидов в окружающую среду, повлекшим за собой радиоактивное загрязнение обширных территорий, защита населения осуществляется в соответствии с критериями для принятия решений, приведенными в разделе V НРБ-2000.

17. Ликвидация последствий аварии и расследование ее причин проводятся в порядке, установленном законодательством.

18. На территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате радиационной аварии, должны осуществляться:

- радиационный контроль с оценкой доз облучения населения за счет радиоактивного загрязнения территории, если эта доза может превысить 10 мкЗв/год;

- радиационный контроль за основными видами облучения населения;

- оптимизированное снижение доз по всем основным видам облучения, если эта доза облучения населения за счет радиоактивного загрязнения территории превышает 1,0 мЗв/год;

- оптимизированные защитные мероприятия, не нарушающие нормальную жизнедеятельность населения, хозяйственное и социальное функционирование территории, если доза облучения за счет радиоактивного загрязнения территории превышает 0,1 мЗв/год, но не более 1,0 мЗв/год.

19. В организациях, осуществляющих хозяйственную деятельность на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, не допускается облучение работников более 5 мЗв/год за счет радиоактивного загрязнения.

В организациях, где облучение работников за счет аварийного загрязнения превышает 1 мЗв/год, должна быть создана служба радиационной безопасности, которая осуществляет радиационный контроль и проводит мероприятия по снижению облучения работников. Порядок радиационного контроля согласовывается с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

В разделе V НРБ-2000 устанавливаются “Требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии”:

1. В случае возникновения аварии должны быть приняты практические меры для восстановления контроля над источником излучения и сведения к минимуму доз облучения, количества облученных лиц, радиоактивного загрязнения окружающей среды, экономических и социальных потерь, вызванных радиоактивным загрязнением.

2. При радиационной аварии или обнаружении радиоактивного загрязнения ограничение облучения осуществляется защитными мероприятиями, применимыми, как правило, к окружающей среде и (или) к человеку. Эти мероприятия могут приводить к

нарушению нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории, т.е. являются вмешательством, влекущим за собой не только экономический ущерб, но и неблагоприятное воздействие на здоровье населения, психологическое воздействие на население и неблагоприятное изменение состояния экосистем. Поэтому при принятии решений о характере вмешательства (защитных мероприятий) следует руководствоваться следующими принципами:

- предлагаемое вмешательство должно принести обществу и, прежде всего, облучаемым лицам больше пользы, чем вреда, т.е. уменьшение ущерба в результате снижения дозы должно быть достаточным, чтобы оправдать вред и стоимость вмешательства, включая его социальную стоимость (принцип обоснования вмешательства);

- форма, масштаб и длительность вмешательства должны быть оптимизированы таким образом, чтобы чистая польза от снижения дозы, т.е. польза от снижения радиационного ущерба за вычетом ущерба, связанного с вмешательством, была бы максимальной (принцип оптимизации вмешательства).

Если предполагаемая поглощенная доза облучения за короткий срок (2 суток) достигает уровней, при превышении которых возможны клинически определяемые детерминированные эффекты (приложение 4 НРБ-2000), необходимо срочное вмешательство (меры защиты).

3. При хроническом облучении в течение жизни защитные мероприятия становятся обязательными, если годовые поглощенные дозы превышают значения, приведенные в приложении 5. Превышение этих доз приводит к серьезным детерминированным эффектам.

4. Уровни вмешательства для временного отселения населения составляют: для начала временного отселения – 30 мЗв в месяц, для окончания временного отселения 10 мЗв в месяц. Если прогнозируется, что накопленная за один месяц доза будет находиться выше указанных уровней в течение года, следует решать вопрос об отселении населения на постоянное место жительства.

5. При проведении вмешательств пределы доз (приложение 1 к НРБ-2000) не применяются. Исходя из указанных принципов (см. пункт 2), при планировании защитных мероприятий на случай радиационной аварии органами санитарно-эпидемиологической службы устанавливаются уровни вмешательства (дозы и мощности доз облучения, уровни радиоактивного загрязнения) применительно к конкретному радиационному объекту и условиям его размещения с учетом вероятных типов аварии, сценариев развития аварийной ситуации и складывающейся радиационной обстановки.

6. При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии. В зоне радиационной аварии проводится контроль радиационной обстановки, и осуществляются мероприятия по снижению уровней облучения населения на основе изложенных в пунктах 1, 2, 4 принципов и подходов.

7. Принятие решений о мерах защиты населения в случае крупной радиационной аварии с радиоактивным загрязнением территории проводится на основании сравнения прогнозируемой дозы, предотвращаемой защитным мероприятием, и уровней загрязнения с уровнями А и Б, приведенными в приложении 6, 7, 8 к НРБ-2000.

Если уровень облучения, предотвращаемого защитным мероприятием, не превосходит уровень А, нет необходимости в выполнении мер защиты, связанных с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, а также хозяйственного и социального функционирования территории.

Если предотвращаемое защитным мероприятием облучение превосходит уровень А, но не достигает уровня Б, решение о выполнении мер защиты принимается по принципам обоснования и оптимизации с учетом конкретной обстановки и местных условий.

Если уровень облучения, предотвращаемого защитным мероприятием, достигает и превосходит уровень Б, необходимо выполнение соответствующих мер защиты, даже если они связаны с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории.

8. На поздней стадии радиационной аварии, повлекшей за собой загрязнение обширных территорий долгоживущими радионуклидами, решения о защитных мероприятиях принимаются с учетом складывающейся радиационной обстановки и конкретных социально-экономических условий. При этом вмешательство обосновывается величиной годовой эффективной дозы (ГЭД), которая может быть получена жителями в отсутствие мер радиационной защиты. Под ГЭД здесь понимается эффективная доза, средняя у жителей населенного пункта за текущий год, обусловленная искусственными радионуклидами, поступившими в окружающую среду в результате радиационной аварии.

9. При обнаружении локальных радиоактивных загрязнений в любом случае должна быть осуществлена оценка величины годовой эффективной дозы и величины дозы, ожидаемой за 70 лет.

Критерием вмешательства для локальных радиоактивных загрязнений является величина годовой эффективной дозы, равная 0,3 мЗв/год. Это такой уровень радиационного воздействия, при превышении которого требуется проведение защитных мероприятий с целью ограничения облучения населения. Масштабы и характер мероприятий определяются с учетом интенсивности радиационного воздействия на население по величине ожидаемой коллективной эффективной дозы за 70 лет.

Решение о необходимости, а также о характере, объеме и очередности защитных мероприятий принимаются с учетом следующих основных условий:

- местонахождения загрязненных участков (жилая зона: дворовые участки, дороги и подъездные пути, жилые здания, сельскохозяйственные угодья, садовые и приусадебные участки и пр., промышленная зона: территория предприятия, здания промышленного и административного назначения, места для сбора отходов и прочие);
- площади загрязненных участков;
- возможного проведения на участке загрязнения работ, действий (процессов), которые могут привести к увеличению уровней радиационного воздействия на население;
- мощности дозы гамма-излучения, обусловленной радиоактивным загрязнением;
- изменения мощности дозы гамма-излучения на различной глубине от поверхности почвы (при загрязнении территории).

10. Критерии принятия решений и производные уровни для ограничительных мер при авариях с диспергированием преимущественно урана, плутония, других трансурановых элементов устанавливаются специальным нормативным документом.

Таблица 9.1

Прогнозируемые уровни облучения, при которых необходимо срочное вмешательство
(Приложение 4 к НРБ-2000)

Орган или ткань	Поглощенная доза в органе или ткани за 2 суток, Гр
Все тело	1
Легкие	6
Кожа	3

Щитовидная железа	5
Хрусталик глаза	2
Гонады	3
Плод	0,1

Таблица 9.2

Уровни вмешательства при хроническом облучении (Приложение 5 к НРБ-2000)

Орган или ткань	Годовая поглощенная доза, Гр
Гонады	0,2
Хрусталик глаза	0,1
Красный костный мозг	0,4

Таблица 9.3

Критерии для принятия неотложных решений в начальном периоде радиационной аварии (Приложение 6 к НРБ-2000)

Меры защиты	Предотвращаемая доза за первые 10 суток, мГр			
	На все тело		Щитовидная железа, легкие, кожа	
	уровень А	уровень Б	уровень А	уровень Б
Укрытие	5	50	50	500
Йодная профилактика:				
Взрослые	-	-	250*	2500*
Дети	-	-	100*	1000*
Эвакуация	50	500	500	5000

Таблица 9.4

Критерии для принятия решений об отселении и ограничении потребления загрязненных пищевых продуктов (Приложение 7 к НРБ-2000)

Меры защиты	Предотвращаемая эффективная доза, мЗв	
	уровень А	уровень Б
Ограничение потребления загрязненных продуктов питания и питьевой воды	5 за первый год 1 год в последующие годы	50 за первый год 10 за год в последние годы
Отселение	50 за первый год	500 за первый год
	1000 за все время отселения	

Таблица 9.5

Критерии для принятия решений об ограничении потребления загрязненных продуктов питания в первый год после возникновения аварии (Приложение 8 к НРБ-2000)

Радионуклиды	Удельная активность радионуклида в пищевых продуктах, кБк/кг	
	уровень А	уровень Б

^{131}U , ^{134}Cs , ^{137}Cs	1	10
^{90}Sr	0,1	1,0
^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{241}Am	0,01	0,1

Организация медицинской помощи при радиационных авариях

Радиационные поражения – наиболее характерные и тяжелые последствия аварий на радиационно-опасных объектах (РОО).

Возможные варианты лучевого воздействия при радиационных авариях представлены в таблице 9.6.

Таблица 9.6

Основные типы работ с источниками ионизирующих излучений и характер возможного облучения при авариях

Вид работ с источниками ионизирующих излучений	Возможное воздействие ионизирующего излучения		
	внешнее	внутреннее	комбинированное
<i>Эксплуатация закрытых источников излучений и различной радиационной техники</i>			
• эксплуатация рентгеновских аппаратов, установок рентгено-структурного анализа	+	-	-
• эксплуатация радиоизотопных приборов, скважинных снарядов с радионуклидами	+	+	+
• применение закрытых источников для лучевой терапии	+	-	-
• использование переносных гамма-дефектоскопических аппаратов	+	+	+
• эксплуатация мощной радиационной техники промышленного и медицинского назначения (ускорители, гамма-установки)	+	-	-
<i>Работа с радиоактивными веществами в открытом виде</i>			
Радиоизотопная диагностика	-	+	-
Лаборатории, работающие с РВ по III классу работ	-	+	-
Лаборатории, работающие с РВ по I и II классу работ	+	+	+
Лучевая терапия с помощью открытых препаратов	+	+	+
<i>Эксплуатация ядерно-энергетических</i>	+	+	+

установок			
-----------	--	--	--

Для практических целей по основному этиологическому фактору принято выделять следующие возможные варианты аварийного облучения:

1. Воздействие внешнего излучения (гамма- и рентгеновского, бета-гамма-, гамма-нейтронного и т.д.).
2. Внутреннее облучение от попавших в организм радионуклидов.
3. Сочетанное радиационное воздействие внешних источников излучения и внутреннего облучения.
4. Комбинированное воздействие радиационных и нерадиационных факторов.

Важнейший принцип в теории и практике ликвидации медико-санитарных последствий при радиационных авариях — приоритетность экстренной медицинской помощи (ЭМП), так как от ее своевременности и качества зависит эффективность деятельности всех других служб по спасению людей.

Для адекватного реагирования при радиационных авариях необходимо заблаговременное планирование системы организационных мер.

Придается чрезвычайно большое значение первому опросу, осмотру пострадавших, оказанию им неотложной помощи.

В плане аварийных мероприятий, заранее определенных медицинских учреждений должен быть предусмотрен порядок действий при радиационных авариях и готовность к ним.

В крупных регионах заблаговременно создается специализированная радиологическая медицинская бригада быстрого реагирования при радиационных авариях. В ее обязанности входит:

- быть постоянно готовыми к срочному направлению на место аварии,
- иметь и поддерживать в эксплуатационном состоянии укладки материально-технических средств бригады,
- обеспечивать высококвалифицированную экстренную медицинскую помощь пострадавшим в очагах,
- постоянно совершенствовать приемы и методы организации и оказания экстренной медико-санитарной помощи,
- осваивать и применять в своей работе совершенные технические средства и аппаратуру, предназначенные для этих целей.

В бригаду входят:

1. Руководитель
2. Терапевт
3. Гематолог
4. Фельдшер-лаборант
5. Медицинская сестра
6. Водитель
7. Инженер-физик
8. Техник-дозиметрист.

При оказании медицинской помощи необходима, прежде всего, организация защиты персонала медицинских формирований с использованием средств индивидуальной защиты и организация индивидуального дозиметрического контроля. Кроме того, устанавливается санитарно-пропускной режим и проводится санитарная обработка загрязненных радионуклидами.

Объем медицинской помощи лицам, пострадавшим при радиационных авариях,

должен включать:

- экстренную доврачебную и первую врачебную медицинскую помощь;
- квалифицированное медицинское обследование и специализированное лечение в полном объеме в острый период;
- последующее динамическое медицинское наблюдение в отдельные сроки после радиационной аварии;
- проведение общих и специфических лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий;
- рациональное трудоустройство на основе экспертного заключения.

Медицинскому наблюдению подлежат пострадавшие при облучении в дозах, превышающих при общем однократном внешнем облучении 0,2 Зв (20 бэр) или при локальном однократном облучении 1,5 Зв (150 бэр), а также в случае предположения о превышении допустимого поступления радионуклидов за короткий промежуток времени. При острых радиационных воздействиях, не превышающих указанных значений, оказания ЭМП не требуется. При общем облучении в дозах, не превышающих 0,5 Зв, или при локальном облучении участков тела в дозе 3 Зв медицинское обследование может проводиться как в амбулаторных условиях, так и на базе центральных районных (городских) больниц.

Экстренная доврачебная и первая врачебная помощь оказываются пострадавшим при остром отравлении радионуклидами и при однократном внешнем общем облучении в дозах, превышающих 1 Зв, а также при локальном облучении (конечностей) в дозе 10 Зв.

Оценка места происшествия и первоначальное прибытие в опасную зону.

Если признаки радиационной опасности очевидны на месте катастрофы, то должны быть приняты соответствующие меры безопасности. Обычно это такие же меры, какие принимаются при наличии токсических и опасных веществ. С практической точки зрения, машины скорой медицинской помощи следует парковать с подветренной стороны, вдали от какого-либо дыма, запаха или зон разлива жидкости. Если возможно, медицинский персонал по оказанию неотложной помощи также должен подходить с подветренной стороны.

Персонал по оказанию неотложной помощи, производящий первоначальное обследование места происшествия должен уведомить свое руководство (своего отправителя) о необходимости обязать соответствующее медицинское учреждение или местный персонал, занимающийся радиологическими обследованиями, произвести измерения на месте аварии.

Первостепенная задача первой медицинской бригады неотложной помощи состоит в том, чтобы определить, имеются ли пострадавшие, и обеспечить необходимые меры по спасению и оказанию медицинской помощи. Если имеются в наличии различные предметы защитной одежды такие, как противопожарные комбинезоны, чехлы для обуви, накидки, плащи, куртки, то они должны быть немедленно надеты, если предполагается радиоактивное загрязнение. Защитная одежда предохраняет кожу от загрязнения радиоактивными веществами, но не препятствует проникновению гамма-излучения. Не нужно откладывать оказание срочной медицинской помощи по спасению пострадавших, если под рукой нет защитной одежды. В этом случае максимально используется возможность защиты временем.

Применение изолированных аппаратов дыхания может быть обусловлено возможными нерадиационными опасностями: огонь, дым, пыль или газ, которые могли бы вызвать распространение радиоактивных веществ по воздуху. Хирургические или другие одноразовые перчатки должны использоваться при лечении пострадавших.

При первоначальном прибытии к месту катастрофы рекомендуется использовать радиометрические и дозиметрические приборы. Прежде чем войти в зону катастрофы, нужно определить уровень радиационного фона, используя приборы МКС-01Р, МКС-1117, ДКС-1119, ДП-5А или другой аналогичный прибор. Уровни природного радиационного фона не могут быть определены с помощью прибора ДП-5А и других приборов, определяющих гамма-излучение с уровня, превышающего природный радиационный фон, поэтому срабатывание такого прибора должно сигнализировать бригаде срочной медицинской помощи о том, что надо действовать быстро. Несмотря на то, что показания измерительного прибора, превышающие природный радиационный фон указывают на наличие возможной радиационной опасности, положительное показание измерительного прибора не всегда означает, что имеет место опасная ситуация.

Радиационное облучение всегда должно быть как можно меньше. Согласно НРБ-2000 (раздел II, глава 5):

1. Планируемое облучение персонала выше установленных пределов доз (см. приложение 1) при ликвидации или предотвращении аварии может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и (или) предотвращения их облучения. Планируемое повышенное облучение допускается для мужчин старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Планируемое облучение личного состава аварийно-спасательных и других специальных формирований выше установленных пределов доз (их значение указано в приложении I к НРБ-2000) при ликвидации или предотвращении аварии регламентируется ведомственными документами, согласованными с Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

2. Планируемое повышенное облучение в эффективной дозе до 100 мЗв в год и эквивалентных дозах не более двухкратных значений, приведенных в приложении 1 к НРБ-2000, допускается с разрешения территориальных органов санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

Повышенное облучение не допускается:

- для работников, ранее уже облученных в результате аварии или запланированного повышенного облучения с эффективной дозой 200 мЗв или с эквивалентной дозой, превышающей в четыре раза соответствующие пределы доз, приведенные в приложении 1;

- для лиц, имеющих медицинские противопоказания для работы с источниками излучения.

3. Лица, подвергшиеся облучению в эффективной дозе, превышающей 100 мЗв в течение года, при дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв за год.

Облучение эффективной дозой свыше 200 мЗв в течение года должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование. Последующая работа с источниками излучения этим лицам может быть разрешена только в индивидуальном порядке с учетом их согласия по решению компетентной медицинской комиссии.

4. Лица, не относящиеся к персоналу, привлекаемые для проведения аварийных и спасательных работ, должны быть оформлены и допущены к работам как персонал.

Неотложная медицинская помощь при радиационных авариях

Так как неотложные медицинские меры имеют первостепенное значение по сравнению с оценкой радиационной опасности, бригада срочной медицинской помощи должна немедленно обследовать и обезопасить дыхательные пути, дыхание и кровообращение пострадавшего. Маловероятно, что сердечно-легочная реанимация потребуется пострадавшему, который только подвергся наружному облучению и загрязнению радиоактивными веществами. В том случае, если все же потребуется сердечно-легочная реанимация, дыхание может поддерживаться с помощью соответствующего переносного оборудования. Так как серьезное загрязнение маловероятно, бригада срочной медицинской помощи не должна бояться обеспечить дыхание рот в рот, если это необходимо. Если изолированный дыхательный аппарат необходим спасательной бригаде, он также понадобится и пострадавшему.

Прежде всего, не следует медлить с проведением медицинских мер по спасению жизни пострадавших: остановка кровотечения, иммобилизация при переломах или с другими мерами по поддержанию жизни, если транспортировка откладывает на некоторое время удаление пострадавшего из зоны, и персонал должен работать в зоне радиационной опасности. После лечения повреждений, угрожающих жизни, спасатели выводят пострадавшего из зоны радиационного загрязнения для дальнейшего лечения и радиологического наблюдения. Фиксирующие доски могут быть использованы при повреждениях спины и для передвижения других пострадавших из аварийной зоны.

Радиационное загрязнение обычно не вызывает потерю сознания или мгновенные видимые признаки поражения. Однако многие радиоактивные материалы могут быть раздражающего характера, и контакт с ними может привести к химическим ожогам или поражению дыхательных органов. Химические ожоги от раздражающих радиоактивных материалов лечат как любое другое поражение от раздражающих материалов. Если требуются внутривенные вливания, то при этом следует проводить обычные процедуры по обработке кожи и введению жидкости, несмотря на поражение кожи радиацией. Однако, если это возможно, внутривенные лекарства следует вводить в тех местах, где кожа не загрязнена. Профилактические внутривенные лекарства не рекомендуется использовать из-за возможности загрязнения радиоактивными материалами. Инженерам-физикам и техникам-дозиметристам следует контролировать дезактивацию оборудования и продовольствия.

Действия немедицинского персонала. Пока предпринимаются экстренные медицинские меры, милиции, пожарным и другому персоналу следует изолировать и обезопасить зону, устанавливая границы контролируемой (загрязненной) зоны и неконтролируемой (незагрязненной) буферной зоны. Может быть использовано несколько контрольных линий. Внешняя по периметру контрольная линия должна быть расположена там, где уровень радиационного загрязнения не превышает основополагающего радиационного уровня, и командный пост должен быть установлен около внешней по периметру контрольной линии. Информация о природе, типе и количестве радиоактивных материалов должна быть передана соответствующим службам или организациям руководителем на месте происшествия, который также сообщает диспетчеру о том, нужно ли транспортировать пострадавших в больницы. Рекомендации по установке контрольных линий при радиационной катастрофе показаны на рисунке 9.1.

Предполагаемое оснащение машин скорой помощи, предназначенное для радиационных аварий

1. Стандартная защитная одежда или другие подручные материалы для защиты открытых участков кожи.

2. МКС-01Р, МКС-1117, ДКС-1119, ДП-5А или другие типы радиационных дозиметров или устройств радиационного наблюдения, батареи с соответствующим сроком годности.

3. Хирургические или одноразовые перчатки.
4. Пластиковые пакеты и веревки.
5. Простыни или одеяла всех размеров.
6. Веревка или оградительная лента для выделения загрязненной области.
7. Средства для оказания неотложной помощи.

Лица, не включенные в спасательные команды, должны оставаться за пределами радиационной зоны.

Нельзя прикасаться к источнику ионизирующего излучения. Если необходимо передвинуть источник, используют лопату, метлу или грабли, а также экранирование, если это возможно. Не нужно оставаться в зоне до точного измерения уровня радиации. Больницу следует известить о загрязнении пострадавшего.

На рисунке 9.1. представлена рекомендованная на курсе обучения, организованным МАГАТЭ в 1997 г., «Медицинское просвещение и программа межрегиональной готовности к ядерным авариям», схема установки контрольных линий на месте радиационной аварии. В загрязненную радионуклидами зону (А) допускаются только основной персонал и оборудование для пожаротушения, оказания медицинской помощи, спасения, транспортировки, выведения пострадавших к контрольной линии. Для использования в этой зоне рекомендуется защитная одежда и оборудование по радиологическому наблюдению. Все загрязненные материалы должны остаться здесь.



Рис. 9.1. Установка контрольных линий на месте радиационной аварии

Зону, загрязненную радионуклидами следует оградить с помощью веревки или другим способом, предотвратив допуск любых лиц, за исключением специалистов по

радиационной безопасности. Сообщение точных деталей, касающихся этого типа происшествия, полезно для тех, кто занимается изучением этих происшествий. Как можно скорее после спасения запишите:

1. Где по отношению к радиационному источнику был расположен пострадавший.
2. Сколько времени пострадавший находился в радиационном поле.
3. Фамилии и адреса спасателей.

Кроме того, любой значок (символ) или дозиметр, который носил пострадавший нужно положить вместе с его личными вещами. Персонал или оборудование не могут покидать контролируемую территорию, не будучи обследованными на наличие возможного радиоактивного загрязнения. Все гражданское население (лица), находящиеся на территории катастрофы, должно быть задержано для опознания и дозиметрического контроля, и все загрязненное оборудование, продовольствие и одежда должны оставаться на контролируемой территории, чтобы предотвратить распространение радиоактивного загрязнения.

Ведение дозиметрического контроля радиоактивного загрязнения жертв катастрофы. Если позволяют медицинские условия, пострадавших следует переместить на контрольную линию, определяющую загрязненную и незагрязненную территории, для дальнейшего ухода и дозиметрического контроля радиоактивного загрязнения.

Термины “дозиметрический контроль” и “обследование” означают обнаружение ионизирующей радиации. Для ее обнаружения должны использоваться специальные приборы. Команды немедленного реагирования должны быть оснащены такими дозиметрическими приборами и обязаны уметь их использовать. Личному составу спасателей не следует пытаться делать точные измерения ионизирующих излучений. Его основной задачей является определение наличия радиации. Радиометрический контроль осуществляется приборами типа МКС-01Р, МКС-1117¹. Во время контроля радиоактивного загрязнения зонд удерживается на расстоянии 2,5 см от объекта и перемещается, пока не будет обследовано все тело.

Полное обследование человека будет зависеть от его медицинского состояния. Любое превышение уровня радиации над ранее определенным уровнем фона радиации является показателем того, что произошло радиоактивное загрязнение.

Пострадавшие могут быть и не загрязнены, даже если на месте происшествия присутствует действие ионизирующей радиации. Если есть сомнение по поводу наличия загрязнения, пострадавших следует считать загрязненными. Загрязненные радионуклидами пострадавшие, не имеющие повреждений, должны быть помещены в отделение неотложной помощи больницы для медицинского обследования и дезактивации.

Обычно дезактивация приборов радиационного контроля в полевых условиях осуществляется под руководством персонала инженеров-физиков. Но при отсутствии данного персонала, приборы упаковываются и транспортируются для дезактивации.

Определение наличия радиоактивного загрязнения у пострадавших в результате несчастного случая (катастрофы):

1. Проведите проверку работоспособности имеющегося дозиметра-радиометра.

¹ Прибор типа МКС-1117 не может определять наличие загрязнения альфа-частицами. Тем не менее, если есть подозрение загрязнения радиоактивными материалами, которые излучают альфа-частицы, пострадавшего следует считать загрязненным.

2. Установите переключатель на шкалу (уровень) наибольшей чувствительности.

3. Используя необходимый порядок, определите уровень радиационного фона.

4. Удерживая измерительный прибор на расстоянии 2,5 см от пациента, методично обследуйте его с головы до ног со всех сторон. Избегайте соприкосновения прибора с загрязненной поверхностью. Прибор перемещайте медленно, приблизительно 2,5 см в секунду. Особое внимание обращайте на раны, открытые участки тела и руки. Превышение численных показателей или уровня радиации над установленным ранее уровнем радиационного фона указывает на наличие загрязнения материалами, испускающими гамма- или бета-излучение.

5. Помечайте загрязненные участки, о которых нужно сообщить в отделение экстренной помощи больницы. Не откладывайте и не препятствуйте обследованию пострадавших на наличие радиационного загрязнения. Не перемещайте и не переворачивайте пострадавшего для осуществления радиационного контроля, если пациенту перемещение противопоказано.

Дезактивация пострадавших. Во-первых, уберите загрязненную одежду пострадавших. Это обеспечит максимальную защиту от загрязнения. Одежду следует изолировать в маркированных пластмассовых пакетах и оставить на месте происшествия. Бумажники и другие ценные вещи можно поместить в отдельный пластмассовый пакет и обращаться с ним нужно в установленном порядке. Рекомендуются не проводить никаких других мер дезактивации, т.к. они могут способствовать распространению загрязнения на пострадавшего. Самое главное, не следует откладывать необходимых мер поддержания жизни, пытаясь провести дезактивацию на месте. Однако необходимо помнить, что химические соединения некоторых радиоактивных материалов агрессивны, и пострадавшие, загрязненные такими веществами, подвергаются дезактивации при использовании обычных методов для агрессивных соединений.

Спасатель должен делать все необходимое для того, чтобы не позволить загрязнению распространиться, используя все меры предосторожности, чтобы оно не попало в нос, рот, глаза, уши или раны, т.к. может возникнуть внутреннее загрязнение.

Не следует задерживать транспортировку серьезно пострадавших, пытаясь провести дезактивацию на месте происшествия. Нужно снять загрязненную одежду пострадавшего, если к этому нет медицинских противопоказаний, и транспортировать его как можно быстрее. Руководить всеми другими мероприятиями по дезактивации будет в дальнейшем персонал больницы.

Транспортировка пострадавшего. Чистые носилки необходимо накрыть простыней или одеялом и поместить их рядом с контрольной линией, разграничивающей загрязненную и незагрязненную зоны. Пострадавшего затем переносят на накрытые, чистые носилки и заворачивают его в простынь или одеяло, которыми накрыты носилки. Руку освобождают через отверстие в простыне, чтобы следить за состоянием пациента и делать внутривенные инъекции. Если это возможно, пострадавшего должна транспортировать бригада скорой помощи, которая находилась вне зоны загрязнения.

Подготовка пострадавших от радиации к транспортировке.

1. Проверка состояния пострадавшего в момент транспортировки.
2. Обеспечение доступа к ране путем разреза одежды.
3. Накладывание стерильных повязок на пораженные участки.
4. Удаление оставшейся одежды, если нет медицинских противопоказаний.
5. Пострадавший помещается на носилки, покрытые простыней или одеялом.
6. Одной из сторон простыни или одеяла покрывают пострадавшего.

7. Другую часть простыни или одеяла накладывают сверху и закрепляют.

8. Помещение пострадавшего в машину скорой помощи для транспортировки.

Для предотвращения загрязнения сопровождающих необходимо пользоваться перчатками. Если нет в наличии второй бригады, то спасатели должны снять верхнюю защитную одежду, за исключением перчаток, и поместить пострадавших в машину скорой помощи. Защитная одежда, снятая в зоне загрязнения, подвергается тщательному контролю, и для того, чтобы переправить пострадавшего в больницу, нужно надеть чистые перчатки. Как дополнительная мера предосторожности, пол в машине нужно накрыть простыней с тесемками, чтобы снизить риск загрязнения машины; однако риск может быть значительно снижен, если больного правильно завернуть в простыню.

Очень мала вероятность того, что водители или сопровождающие могут получить значительную дозу загрязнения при транспортировке пострадавшего. Люди, находившиеся в прямом контакте с загрязненным, могли бы получить более значительные дозы излучения, но это имеет большое значение в том случае, если у пациентов чрезмерно высокие уровни бета- и гамма-излучений. Необходимо помнить, что даже незначительно увеличивая расстояние от загрязненного, можно снизить радиоактивное воздействие на сопровождающих.

Может возникнуть необходимость транспортировать загрязненного радионуклидами пациента по воздуху. В данном случае возможность загрязнения экипажа можно снизить, правильно завернув пострадавшего. Необходимо провести первичную дезактивацию кожи, если время перелета длительно или же, если требуется прямой контакт с пострадавшим.

Умершие должны быть оставлены на месте происшествия, пока не будут закончены обычные исследования. Представители органов здравоохранения в сопровождении врачей должны распорядиться транспортировкой останков потерпевших.

Извещение больницы. Если ожидается загрязнение, то необходимо быстро предупредить персонал отделений, предназначенных для приема пострадавших, чтобы они смогли подготовиться, на что потребуется 20-30 минут. Персоналу больницы также необходимо сообщить:

1. Число жертв;
2. Состояние каждой жертвы;
3. Число загрязненных пострадавших.

Для содействия персоналу отделений необходимо передать им сообщения о радиологическом статусе, а в это время пострадавший должен получать необходимую медицинскую помощь. Информация, наиболее необходимая отделению больницы:

1. Повторная оценка медицинского состояния.
2. Распространение загрязнения.
3. Области наибольшего загрязнения.
4. Любой признак внутреннего загрязнения.
5. Идентификация (обнаружение) радионуклидов и химических элементов, если известно из отгрузочных документов, этикеток, почтовых отметок и т.д.
6. Воздействие нерадиоактивными опасными веществами, если таковые были.

Персоналу скорой помощи следует спрашивать, есть ли отдельный вход для пациентов, загрязненных радиоактивными веществами, чтобы облегчить контроль загрязнения отделения больницы. Таким образом, порядок действий на месте радиационной аварии с возможным радиоактивным загрязнением следующий:

1. Приближаться к месту радиационной аварии с осторожностью - выявление наличия опасных материалов.
2. При подозрении на радиационную опасность личный состав, транспортные средства располагаются на безопасном расстоянии (60-100 метров) при противоположном направлении ветра от места аварии.
3. Известить соответствующие органы и больницы.
4. Надеть защитные принадлежности (одежду) и применить дозиметрические и радиометрические приборы.
5. Установить наличие пострадавших.
6. Произвести оценку и обеспечить незамедлительное оказание медицинской помощи пострадавшим с угрожающими жизни поражениями. Определить степень загрязнения. Если пострадавшие не могут передвигаться, оказать помощь при их транспортировке.
7. Удалить пострадавших из зоны радиационной опасности, используя соответствующие средства, для предотвращения их от дальнейшего поражения.
8. Обеспечить доступ к ранам и наложить на них стерильные повязки.
9. Только после оказания медицинской помощи следует проводить обследование пострадавших на контрольной линии с целью выявления загрязнения. С пострадавших снять одежду.
10. Повернуть носилки в сторону линии контроля и постелить на них чистую простыню или одеяло. Уложить на эти носилки пострадавшего и накрыть его. Пострадавшего уложить на носилки вместе с фиксирующей доской.
11. Накрыть пострадавшего другим концом простыни или одеяла и закрепить ее соответствующим образом.
12. Перед тем, как покинуть контролируемую зону, спасатели снимают защитные приспособления (одежду) на контрольной линии. По возможности транспортировкой пострадавших занимается персонал, не находящийся в контролируемой зоне. Врачи скорой помощи, принимая пострадавших, должны работать в перчатках.
13. Доставить пострадавших в предназначенную для помощи пострадавшим при радиационной аварии больницу. Врачи больницы получают соответствующую информацию, а также дают специальные инструкции бригаде скорой помощи.
14. По прибытии соблюдать инструкции, действующие в отделении больницы.
15. Бригада скорой помощи не может вернуться к своей обычной работе, пока она, равно как и машина скорой помощи и оборудование, не пройдет соответствующую проверку и дезактивацию.
16. Личному составу нельзя принимать пищу, пить, курить и т.п. на месте происшествия, в машине скорой помощи или в больнице до тех пор, пока они не получат разрешения от представителя, отвечающего за радиационную безопасность.

Неотложная помощь пострадавшим в радиационных авариях в отделении

Состав и функции персонала в отделении больницы для приема пострадавших в радиационных авариях представлены в табл. 9.7.

Таблица 9.7

Состав неотложной госпитальной радиологической бригады

Персонал	Функция
Руководитель	организует, советует, координирует
Врач	диагностирует, оказывает неотложную помощь; при необходимости может выполнять функции руководителя и

	ответственного за транспортировку
Ответственный за размещение и транспортировку	размещает и транспортирует пострадавших
Медсестра	ассистирует врачу, собирает анализы, ведет радиационное наблюдение, помогает при дезактивации, ухаживает за пострадавшими
Регистратор	собирает и записывает медицинскую и радиологическую информацию
Ответственный за радиационную безопасность	ведет контроль радиационной безопасности пострадавших, персонала, отделения; отвечает за радиологическое просвещение; содержит в исправности приборы дозиметрического и радиометрического контроля
Ответственный по связям с общественностью	информирует средства массовой информации об аварии и ходе спасательных работ
Администратор	согласует действия спасателей и больничного персонала
Охранник	контролирует вход и выход в зоне и ограждает ее от посторонних
Специалист по эксплуатации оборудования	помогает при радиационном контроле зоны
Лаборант	проводит клинические анализы биологических образцов

Мероприятия в больнице.

I. При сообщении о радиационной аварии персоналу больницы следует выяснить:

1. Тип аварии.
2. Число пострадавших.
3. Тяжесть поражения.
4. Номер телефона лица, сообщившего об аварии.
5. Приблизительное время доставки пострадавших в больницу.

II. Мобилизовать персонал для:

1. Подготовки приемного покоя и помещений для лечения пострадавших: в приемном покое полы закрыть полиэтиленовой пленкой (в крайнем случае, плотной бумагой, стыки заклеить скотчем).

2. Надеть средства индивидуальной защиты: брюки, бахилы, халат, шапочку, марлевую повязку, две пары резиновых перчаток, стыки на защитной одежде заклеить скотчем (оставив свободными его концы, чтобы в последующем можно было легко от него освободиться), фартук из водонепроницаемого материала;

3. Проверить оборудование и инструменты;

4. Доставить каталки и носилки к месту прибытия пострадавших в больницу.

Госпитальная бригада радиологической и неотложной помощи встречает машину скорой помощи на улице возле отделения, предназначенного для помощи пострадавшим в радиационных авариях. Пострадавшего в стабильном состоянии не следует сразу же переносить в больницу, его следует переложить на чистые больничные носилки прямо в машину скорой помощи. Эта процедура сократит вероятность переноса загрязненности в отделение. Машина скорой помощи может немедленно возвращаться в зону радиоактивного загрязнения для дальнейшей транспортировки пострадавших при

радиационной аварии, но если нет необходимости далее использовать машину, следует закрыть ее и держать у больницы до тех пор, пока она будет показывать радиоактивную загрязненность при радиационном контроле. Дезактивация и последующее использование данного транспортного средства и оборудования происходит под руководством инженера-физика. В сельских районах или там, где нет дополнительной машины скорой помощи, загрязненная машина и бригада могут выезжать на повторный вызов скорой помощи. Тем не менее, с любым пациентом, перевозимым в этой машине скорой помощи, следует обращаться как с возможно радиоактивно загрязненным до тех пор, пока не будет доказано обратное.

До того, как персонал скорой помощи приступит к обычной работе, необходимо произвести у них дозиметрический и радиометрический контроль. Если обнаружится загрязненность, необходимо принять душ и сменить одежду. Последний осмотр должен проводить служащий, отвечающий за радиационную безопасность, до того, как покинуть контролируемую зону в больнице. Дополнительно инженер-физик данной больницы будет снимать показания любых дозиметров и радиометров, использованных в зоне, и регистрирует их.

Прием пострадавших. Пострадавших следует забирать непосредственно с машин скорой помощи и иных транспортных средств, на которых они доставлены. Все средства доставки пострадавших должны осматриваться на предмет радиационной безопасности.

Пострадавшие должны быть немедленно осмотрены, с особым вниманием к дыхательным органам и органам кровообращения; неотложная помощь оказывается незамедлительно. Пострадавшие, находящиеся в критическом состоянии, должны быть немедленно доставлены в отделение для оказания помощи. Если состояние пострадавшего позволяет, следует провести предварительный замер радиоактивного загрязнения; более всестороннее измерение будет проведено в помещении для дезактивации (приемный покой). Если загрязненная одежда не снята с пострадавшего, это следует сделать непосредственно в машине скорой помощи или около нее, до вноса больного в помещение; одежду нужно поместить в пластиковые мешки. Личные вещи и одежда больного должны быть помечены и сохранены для более тщательного осмотра.

Сортировка пострадавших проводится непосредственно в приемном покое. Помощь всегда оказывается вначале наиболее тяжелым больным, вне зависимости от их радиационных поражений. Лучевые поражения редко ведут к потере сознания или немедленным видимым симптомам, равно как и не являются критическими в первый период после поражения. Незагрязненные пациенты госпитализируются на общих основаниях, загрязненные больные помещаются в отдельные боксы.

Оценка состояния и лечение больных, незагрязненных радионуклидами

Медицинская помощь незагрязненным больным оказывается в зависимости от полученных ими травм и имеющихся симптомов. Пострадавший без загрязнения радионуклидами не представляет радиационной опасности для окружающих. Если облучение зафиксировано или подозревается, следует незамедлительно начать исследование крови пострадавшего, с особым вниманием к ее лейкоцитарному составу.

Оценка состояния и лечение загрязненных радионуклидами больных. Загрязненные радионуклидами больные могут иметь радиоактивные материалы, находящиеся на коже, ранах или во внутренних органах (попавших туда с воздухом, пищей или посредством адсорбции).

Как и в других экстренных случаях, при радиационных поражениях может потребоваться одновременное выполнение нескольких манипуляций для спасения жизни больного. После того, как необходимые меры приняты, и сознание восстановлено, следует переходить к радиологическому осмотру. Важно получить от пострадавшего

возможно более полную информацию об аллергических реакциях, медицинских препаратах, принимаемых в данный период времени, истории хронических и текущих заболеваний, а также последних медицинских радиологических тестах. Следует успокоить больного и оказать ему психологическую поддержку. Большое значение имеют радиологические исследования, направленные на оценку биологических последствий радиационного поражения, выявление отклонений, осложняющих лечение, локализацию и определение степени загрязнения радионуклидами и т.п. Необходимые биологические и физические анализы описываются в табл. 9.8.

Таблица 9.8

Радиологическая и клиническая лабораторная оценка

Необходимые исследования и материалы	Для чего?	Как?
<i>Во всех случаях радиационного поражения:</i>		
Общий анализ крови и определение лейкоцитарной формулы с последующим подсчетом абсолютного числа лимфоцитов каждые 6 часов на протяжении 48 часов.	Для определения дозы излучения; первичный анализ установит точку отсчета; последующие анализы будут отражать степень поражения.	Выберите незагрязненный участок для взятия анализа; закройте место пунктирования после взятия пробы.
Общий анализ мочи	Для определения нормальной работы почек и установления точки отсчета ингредиентов мочи; особенно важно при возможности внутреннего загрязнения.	Избегайте загрязнения мочи во время сбора; при необходимости дайте пациенту пластиковые перчатки для сбора мочи; наклейте бирку с указанием числа и времени сбора.
<i>В случаях подозрения на внешнее загрязнение:</i>		
Мазки из отверстий	Для оценки возможности внутреннего загрязнения	Используйте смоченные в воде или в физиологическом растворе тампоны для протирания внутренней поверхности каждой ноздри, уха, рта и т.д.
Мазки из ран	Для определения загрязненности ран.	Используйте влажные или сухие тампоны для сбора выделения из каждой раны или соберите несколько капель выделения из каждой раны при помощи пипетки или шприца; для ран с видимыми инородными веществами используйте длинный пинцет или щипцы для перекалывания образцов в контейнеры, которые помещаются в свинцовое хранилище.

Кожные мазки	Для определения загрязненных участков	Используйте фильтрованную бумагу, тампоны.
<i>В случаях подозрения на внутреннее загрязнение:</i>		
Мочи - через каждые 24 часа в течение 4 дней	В случае внутреннего загрязнения выделения могут содержать радионуклиды.	Используйте контейнер для суточного сбора мочи.
Кала – в течение 4 дней	В случае внутреннего загрязнения выделения могут содержать радионуклиды.	Храните выделения в пластиковом контейнере в холодильнике или морозильной камере.
Рвотные массы	В случае внутреннего загрязнения выделения могут содержать радионуклиды.	Храните выделения в пластиковом контейнере в холодильнике или морозильной камере.
Мокрота	Для оценки загрязнения дыхательного пути при возможном выделении мокроты.	Используйте ингаляции 20% ацетилцистеина для получения образца мокроты.
Креатинин крови	Для оценки функционирования почек.	Клиническая биохимия
<i>Другие необходимые образцы:</i>		
Все жидкости для промывания	Для радиологической оценки.	Хранить в герметичных стеклянных или пластиковых контейнерах с бирками.
Измерения на СИЧ (спектрометре внутреннего излучения человека)	Для установления величины инкорпорации радионуклидов.	Измерение гамма излучающих инкорпорированных радионуклидов.

Все образцы (пробы) должны быть помещены в отдельные контейнеры с бирочками, указывающими имя пациента, число и время сбора образцов, загрязненные участки, а также их размер. В целях медицинского, правового и других расследований случаев загрязнения запрещается выбрасывать пробы крови, мочи, кала и другие образцы, взятые при оказании неотложной помощи, без разрешения соответствующих властей.

Дезактивация больного в отделении больницы. При дезактивации пострадавшего важно учитывать, что некоторые радиоактивные материалы приносят первоначально химический вред (при попадании в организм в виде кислот, свинцовых соединений и т.п.).

В целом дезактивация должна начинаться с очистки кожи и ран, а также отверстий тела, что необходимо для предотвращения внутреннего загрязнения, а также уменьшения дозы, излучаемой пострадавшим участком на другие области тела. Дезактивация кожи представляет собой относительно простую процедуру. Не всегда однако, даже при самой тщательной обработке, можно удалить находящиеся на коже радиоактивные материалы. Дезактивация должна начинаться с применения наиболее щадящих методов очистки для того, чтобы свести к минимуму риск механических или химических повреждений кожи. Наиболее простым и щадящим методом является промывание загрязненной поверхности

несильной струей воды при одновременном применении мочалки. Вода должна быть теплой, ни в коем случае не горячей, а также не холодной (горячая вода способствует открытию пор и адсорбции радиоактивных материалов через кожу, холодная вода закрывает поры, что ведет к застреванию в них радиоактивных материалов).

Если мытье простой водой с мочалкой неэффективно, следует применить мягкое мыло. Пораженное место рекомендуется 3-4 минуты несильно тереть мочалкой с мылом, затем промыть водой в течение 2-3 минут и при необходимости повторить. Необходимость эта определяется радиологическими измерениями, которые следует повторять после каждой серии гигиенических процедур. Эффективным дезактивирующим средством является также препарат “Защита”, 1-3% раствор соляной кислоты или цитрата натрия.

Более агрессивные способы дезактивации кожи предполагают удаление части эпителия, для чего может использоваться очень тонкая наждачная бумага (для ступней и ладоней). Все процедуры дезактивации прекращаются, когда уровень загрязнения не удается больше снижать. Загрязненные волосяные покровы рекомендуется промыть несколько раз шампунем и прополоскать затем в 3% растворе лимонной кислоты. При невозможности снятия загрязнения таким способом загрязненные волосы следует остричь. Брить их не рекомендуется, поскольку возможные при этом мелкие порезы и раздражение кожи могут вести к внутреннему загрязнению. При мытье головы следует избегать попадания воды в глаза, уши, рот и нос.

Дезактивация пострадавшего может быть проведена на обычном смотровом столе. Небольшие зоны тела (руки, ноги) могут быть омыты в раковине или тазу. Удаление дезактивирующей жидкости рекомендуется проводить от периферии загрязненного радионуклидами участка кожи к центру (как при вытирании пролитых чернил, например). Если поражены значительные участки тела, больного следует мыть под душем, стараясь не попасть водой в глаза, уши, рот и нос. Рекомендуется повторный душ, после каждого душа следует использовать чистые полотенца. Дезактивация никогда не может быть абсолютной, но надо стремиться к тому, чтобы как можно больше радиоактивных материалов было смыто с поверхности тела пострадавшего. Воду, использовавшуюся при этом, можно сливать прямо в канализационную систему больницы, особых хранилищ такой воды не требуется.

Лечение загрязненных радионуклидами ран. При наличии радиационного поражения любая рана считается загрязненной до тех пор, пока не доказано обратное. Такая рана должна быть очищена до дезактивации кожи пострадавшего. Если раны загрязнены, следует предполагать попадание радиоактивных материалов в организм больного (внутреннее загрязнение). Действия, необходимые для лечения больного, определяются периодом полураспада радиоактивных элементов, имеющих в теле, их токсичности и максимальной дозы, допустимой при загрязнении подобными реагентами.

Загрязненные раны необходимо вначале отграничить от соседних участков тела, используя для этого водонепроницаемые материалы. Рана затем орошается стерильными жидкостями: физиологическим раствором или водой, 3% раствором перекиси водорода, которые впоследствии собираются и проверяются на эффективность дезактивации. Как правило, требуется несколько таких орошений, после каждого из которых жидкость из раны должна удаляться, а все материалы, использовавшиеся при процедуре, соответствующим образом утилизироваться. При анализе жидкости из раны достаточно легко обнаружить гамма-излучение, сложнее обстоит дело с бета- и альфа-излучениями, определить которые можно только при помощи сложных исследований. После дезактивации лечение раны проводится обычным порядком. Если уровень загрязнения продолжает оставаться опасно высоким, следует применить хирургическую очистку раны.

Удаленные при этом фрагменты тканей должны сохраняться для радиологического контроля.

Видимые радиоактивные фрагменты должны быть удалены из раны посредством пинцетов и другого инструментария. Колотые раны, содержащие радиоактивные элементы (особенно на пальцах), дезактивируются посредством биопсии.

После дезактивации рану следует закрыть стерильной водонепроницаемой повязкой. Ушивать рану можно только после максимально всесторонней дезактивации.

Загрязненные ожоги лечатся как обычные ожоги; радиоактивные частицы выходят из них вместе с продуктами воспаления. Повязки и простыни радиационных больных представляют радиационную опасность и должны соответствующим образом утилизироваться.

Дезактивация отверстий тела. Загрязненные отверстия тела, такие как рот, нос, глаза и уши, требуют особого внимания, поскольку поглощение радиоактивного материала в этих зонах происходит значительно быстрее, чем через кожу. Если радиоактивные материалы проникли через рот, следует немедленно почистить зубы зубной пастой и несколько раз прополоскать рот 3% раствором лимонной кислоты. Если поражены миндалины, следует прополоскать горло 3% раствором перекиси водорода. При загрязнении носа рекомендуется промывать его водой или физиологическим раствором. Глаза рекомендуется промыть водой: по направлению от внутреннего к наружному краю. Уши также следует промыть; можно воспользоваться тампоном (при условии, что мембрана не повреждена).

Лечение внутреннего поступления радионуклидов. Инкорпорацией является физиологический процесс, объединяющий физические и химические аспекты при поступлении радионуклидов в организм. Темпы инкорпорации могут быть чрезвычайно высокими и варьировать от нескольких минут до нескольких дней и даже месяцев. Время считается критическим фактором при наличии инкорпорации. Существует несколько методов предотвращения инкорпорации, выбор между ними делается лечащим врачом, исходя из симптомов и наличия препаратов. Выход за годовую величину ПГП обосновывает применение средств этиотропной терапии при поражении радионуклидами. Различные методы предотвращения инкорпорации и используемые при этом медикаменты приведены в табл. 9.9.

Таблица 9.9

Лекарственные препараты и механизмы декорпорации

Радионуклид	Лекарство	Способ применения	Принцип действия
Йод	Калия йодид	Внутрь по 125 мг (в табл.), один раз в день в течение 10 дней	Блокирование
Плутоний	Пентацин	Ингаляции 5%-ным раствором (желательно при помощи ультразвукового ингалятора); 5%-10,0 мл внутривенно 1 раз в сутки	Комплексообразование
Полоний	Унитиол	5%-75,0 внутривенно капельно два раза в сутки	Комплексообразование
Уран	Натрия гидрокарбонат	15%-250,0 мл внутривенно капельно	Подщелачивание мочи
Цезий	Ферроцин	По 1 г в 100-200 мл воды	Связывание в

		внутри 3 раза в день курсами в течение 10 - 30 дней.	ЖКТ
Стронций	Бария сульфат. Кальция глюконат	Бария сульфат 20-25 г (до 100 г) в 200 мл воды внутрь; Кальция глюконат 10%-10,0 мл внутривенно один или 2 раза в день	Связывание в ЖКТ Блокирование
Тритий	Вода	Введение жидкости	Растворение радионуклида
Медь. Полоний. Свинец. Ртуть. Золото.	Пеницилламин	1 г внутрь через 6 часов	Комплексообразование

Если внутреннее поступление радионуклидов подозревается или уже обнаружено, следует провести весь цикл лабораторных заборов (см. выше). Больной с поражением дыхательных путей и трахеи должен рассматриваться как загрязненный внутренне.

Уход и эмоциональная поддержка пациента. Пострадавшему в радиационной аварии следует разъяснить стратегию и процедуры его лечения, а также условия пребывания в отделении неотложной радиологической помощи (изоляция, постоянный забор анализов, дозиметрию и т.п.). Больной должен получить ответы на свои вопросы (например, о важности защитной одежды, о механизме действия радиации на организм и т.п.), лучше всего от своего лечащего врача.

Документация. В дополнение к обычной истории болезни следует фиксировать все, имеющее отношение к случившейся аварии и поражению, а также предыдущую медицинскую историю пострадавшего. Все это будет иметь большое значение для определения стратегии лечения.

Перевод пострадавшего из отделения и правила выхода медперсонала из загрязненного помещения. При переводе пострадавшего следует провести повторно всю серию лабораторных замеров и анализов. Тело пациента должно быть сухим, тампоны, применявшиеся при дезактивации, следует сохранить для последующих анализов. Пациента можно забирать из неотложного отделения только после заключительного радиационного контроля, при котором проверяется также каталка (особенно колеса), сама каталка, как и сопровождающие ее лица, должны быть "чистыми" в плане радиоактивного загрязнения.

Каждый из персонала, участвовавший в дезактивации должен:

1. Снять внешние перчатки, с одновременным выворачиванием их на обратную сторону;
2. Вернуть дозиметр ответственному за радиационную безопасность;
3. Снять скотч на обшлагах рукавов и брюк;
4. Снять всю спецодежду, выворачивая ее на обратную сторону и избегая встряхивания;
5. Снять защитные брюки;
6. Снять маску;
7. Снять чехлы для обуви поочередно с каждой ноги и замерить радиоактивное загрязнение обуви; если его не наблюдается, переступить контрольную линию;
8. Снять внутренние перчатки;
9. Пройти полный радиационный контроль;
10. Принять душ.

После выхода всего медперсонала отделение должно быть опечатано и должны быть вывешены предупреждающие знаки "Осторожно – радиация". Входить в запечатанное отделение без крайней необходимости запрещается до полной дезактивации помещений и оборудования.

План организации отделения при радиационных авариях

1. Условия:
 - 1.1. Снятие покрытий и всего, что не будет необходимым.
 - 1.2. Накрытие пола (бумагой, нескользкой пластмассой, полиэтиленом).
 - 1.3. Установка заграждений и контрольных линий.
 - 1.4. Обеспечение эффективной работы вентиляции (новые фильтры и т.д.).
 - 1.5. Надеть средства индивидуальной защиты.
 - 1.6. Все пораженные считаются загрязненными радионуклидами, пока не доказано обратное.
 - 1.7. Медперсонал должен быть ознакомлен с письменным планом действий.
 - 1.8. Процедуры дезактивации должны быть освоены и закреплены предварительно.
2. Техника контроля загрязнения.
 - 2.1. Приемный покой должен быть просторным.
 - 2.2. Доступ к радиологическому отделению должен быть ограничен.
 - 2.3. Все входящие и выходящие из отделения должны контролироваться.
 - 2.4. Отделение должно быть ограничено буферной зоной или второй линией контроля.
 - 2.5. Инструменты, перчатки, защитная одежда персонала и пр. должны быть сменены регулярно.
 - 2.6. Отходы должны быть помещены в специальные контейнеры.
 - 2.7. Пролитые жидкости должны немедленно удаляться щетками и адсорбирующими мочалками, пол защищен водоотталкивающими материалами.
3. Обнаружение загрязнения после приема больного.
 - 3.1. Продолжить оказание пострадавшему необходимой медицинской помощи.
 - 3.2. Ограничить доступ в помещение, где находится пострадавший.
 - 3.3. Установить заградительные линии.
 - 3.4. Контролировать всех входящих и выходящих.
 - 3.5. Медперсоналу, работавшему с пораженным, снимать и менять защитную одежду.
 - 3.6. Дезактивировать помещение.
4. Правила выхода медперсонала из загрязненного помещения.
 - 4.1. Снять всю спецодежду, выворачивая ее на обратную сторону и избегая встряхивания.
 - 4.2. Снять защитные брюки.
 - 4.3. Снять чехлы для обуви поочередно с каждой ноги и замерить загрязнение обуви.
 - 4.4. Если оно не наблюдается, переступить контрольную линию.
 - 4.5. Снять внутренние перчатки.
 - 4.6. Вернуть дозиметр дозиметристу.
5. Подготовка палат для лечения больных лучевой болезнью.
 - 5.1. Все больные лучевой болезнью II-IV степени помещаются по одному в обычные больничные палаты, приспособленные для обеспечения

- асептического ведения больных: стерилизация воздуха ультрафиолетовыми лампами.
- 5.2. Облучение палат для стерилизации воздуха: на уровне 2-3 м от пола подвешиваются ультрафиолетовые лампы из расчета 1 Вт на 1 м³ помещения. Больной и персонал не должны подвергаться воздействию прямого ультрафиолетового излучения.
 - 5.3. При наличии загрязнения пострадавших радионуклидами, которое не удалось дезактивировать: пол в палатах должен иметь покрытие из полиэтилена или бумаги, как и приемный покой.
 - 5.4. Строгое соблюдение персоналом обработки рук при входе и выходе из палаты.
 - 5.5. Обязательное пользование индивидуальными или разовыми халатами, масками и шапочками.
 - 5.6. Обработка рук антисептическими средствами.
 - 5.7. Мытье этими средствами стен, пола палаты и предметов пользования.
 - 5.8. Индивидуализация предметов ухода, обрабатываемых антисептиками в палате.
 - 5.9. Смена белья у пациентов не реже 1 раза в сутки.
 - 5.10. Пища обычная, исключаются сырые овощи и консервированные продукты.

Основные этапы поступления информации и правила использования их для медицинских целей при аварии на АЭС определяются следующими временными промежутками:

I этап охватывает срок до 1 суток, за исключением срочных мероприятий, диктуемых неотложными клиническими или радиометрическими показаниями. В это время проводится срочное ориентировочное определение радиационной обстановки на большей части территории региона. Среди населения ближайшей к месту аварии зоны выделяют группы с различным прогнозом формирования суммарных дозовых нагрузок от общего внешнего излучения менее 10 мЗв и более 50 мЗв и поступления радиоактивного йода с дозой на щитовидную железу менее 200 мЗв и более 500 мЗв соответственно. При этом нижние пределы доз являются показанием к эвакуации групп риска, а верхние – к эвакуации всего населения.

На II этапе, длящемся от 1 до 7 суток, проводится уточнение уровня доз излучения, полученных от различных радиационных факторов, более строго определяют границы отдельных зон и контингента с различным объемом необходимой им лечебно-профилактической помощи. К этому времени должны быть четко очерчены регионы с различными уровнями облучения и могут быть выделены лица, нуждающиеся в лечебно-профилактических мероприятиях при прогнозируемой дозе менее 1 Зв, а также лица, нуждающиеся в госпитализации при прогнозируемой дозе более 1 Зв.

III этап – переходный от аварийной ситуации к нормальной, продолжительность его зависит от размеров аварии. В этот период медицинские мероприятия, в основном, заключаются в завершении экспертно-диагностической и лечебной работы в отношении пострадавших, а также в определении рациональной хозяйственной деятельности населения на загрязненной территории.

В случае сравнительно небольшой аварии на радиационно-опасных объектах, без выброса радиоактивных веществ во внешнюю среду, последствия ее затрагивают только рабочий персонал аварийного объекта. Соответственно, продолжительность и задачи отдельных этапов оказания экстренной медицинской помощи изменяются, поскольку число пострадавших, как правило, невелико и все этапы проходят быстрее.

I этап – (15-30 мин после аварии). Необходимая и возможная точность первичного срочного определения дозы предусматривает лишь ориентировочное распределение пострадавших на две группы: по общему состоянию (ранняя первичная реакция в первые 30 мин) и позднее – по клиническому состоянию и по уровню облучения (максимальная доза на поверхности тела меньше и больше 6 Зв, а местная – меньше и больше 12 Зв).

II этап – охватывает период от нескольких часов до 1 суток. Клиническое исследование на этом этапе позволяет ориентировочно прогнозировать возможную тяжесть заболевания.

III этап – 1-3 сутки. За это время получают важную клиническую и дозиметрическую информацию, что позволяет начать интенсивное лечение по медицинским показаниям.

IV этап – 3-7 сутки и позднее. Прогноз динамики и исхода течения заболевания становится еще более точным, когда на основе анализа всей совокупности данных формируется индивидуальный прогноз. Все медицинские учреждения в радиусе не менее 80 км от места аварии должны быть готовы к приему и оказанию экстренной медицинской помощи пострадавшим.

В системе лечебных мероприятий, проводимых при острых радиационных поражениях, основное место занимают средства и методы, которые применяют либо в период разгара ОЛБ, либо в сроки, непосредственно ему предшествующие. К числу таких мероприятий относятся:

- профилактика и купирование первичной реакции на облучение;
- изоляция больных и содержание их в асептических условиях (доза более 4 Зв);
- терапия инфекционных осложнений, обусловленных глубокой депрессией кроветворения;
- внутривенное применение антибиотиков в максимально переносимых дозах;
- профилактика кандидосепсиса;
- ранняя деконтаминация кишечника;
- тщательный туалет и обработка антисептиками полости рта и кожи;
- активная дезинтоксикационная терапия;
- парентеральное питание;
- трансплантация костного мозга;
- инфузии растворов белка и сбалансированных аминокислот;
- переливание плазмы, тромбо- и эритроцитарной массы;
- гемосорбция и плазмаферез;
- лечение радиационных поражений кожи с использованием бактерицидных тканей, аэрозолей, мазей, коллагеновых покрытий.

Успешное решение задач по ликвидации последствий радиационных аварий может быть достигнуто только при достаточной заблаговременной подготовке, включая готовность медицинского персонала к оказанию медицинской помощи пострадавшим.

Литература

1. Антипова С. И., Коржунов В. М. Сравнительный анализ смертности ликвидаторов // Жизнь после Чернобыля: 16 лет спустя. – Минск, 2002. – С. 26 – 28.
2. Барабой В. А. Радиобиология и уроки Чернобыля // Радиобиология. – 1990. – Т. 30. – № 4. – С. 435 – 440.
3. Баранов А. Е., Гуськова А. К., Протасова Т. Г. Опыт лечения пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС и непосредственные исходы заболевания // Медицинская радиология. – 1991. – Т. 36. – № 3. – С. 29 – 32.

4. Близнюк А. И., Коротыко С. С. Соматические и психосоматические аспекты здоровья ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинские новости. - 2000. - № 1. - С. 3 – 11.
5. Борчук Н. И. Организация и оказание экстренной медицинской помощи при радиационных авариях // Медицинские новости. - 2000. - Т. 60. - № 6. - С. 45 – 49.
6. Бочков Н. П., Романенко А. Е., Разумеева Г. И., Яковлев В. В. Анализ медико-статистических данных для оценок генетических и тератогенных эффектов аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология. -1992. - Т. 37. - № 3 – 4. - С. 59 – 63.
7. Бrame А. Последние достижения в оптимизации планирования и проведения лучевой терапии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 1995. - Т. 40. - № 5. - С. 70 – 81.
8. Брик А. Б., Ищенко С. С., Розенфельд Л. Г., Заболотной Д. И., Зарицкая И. С. ЭПР – дозиметрия по эмали зуба человека // Медицинская радиология. - 1993. - Т. 38. - № 1. - С. 25 – 27.
9. Булдаков Л. А., Дилушкин И. В., Эйдуc Л. X., Ярмоненко С. П. Чернобыль. Вчера, сегодня, завтра. / Под. ред. С. П. Ярмоненко // ИЗДАТ, М., 1994. - 131 с.
10. Василенко И. Я. Малые дозы ионизирующей радиации // Медицинская радиология. - 1991. - Т. 36 –. № 1. - С. 48 – 51.
11. Василенко И. Я. Радиоактивный стронций в продуктах питания // Вопросы питания. - 1989. - № 5. - С. 4 – 10.
12. Виленчик М. М. Модификация канцерогенных и противоопухолевых эффектов излучений: (Биологические аспекты). - М.: Медицина, 1985. - 288 с.
13. Влияние пищевых волокон на всасывание радионуклидов стронция и цезия из пищеварительного тракта // Алтухова Г. А., Иванников А. П., Морозов И. А. и др. Метаболизм и биологическое действие радионуклидов при оральном поступлении в организм : Сб. научн. трудов Института биофизики. - М. - 1989. - С. 219 – 227.
14. Вайнсон А. А., Жаков И. Г., Книжников В. А., Коноплянников А. Г., Муравская Г. В., Ярмоненко С. П. Проблемы медицинской радиобиологии // Медицинская радиология. - 1990. - Т. 35. - № 10. - С. 21 – 29.
15. Воронежский И. Б., Зубовский Г. А. Изменения щитовидной железы под влиянием облучения // Медицинская радиология. - 1990. - Т. 35. - № 6. - С. 33 – 36.
16. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: Справ. изд. / Под ред. В. А. Филова и др. // Баженов В. А., Булдаков Л. А., Василенко И. Я. и др.. - Л.: Химия. 1990. - 464 с.
17. Гайдук Ф. М., Королев В. Д., Докушна В., Гелда А. П., Желдак И. М., Качалко А. Э., Игумнов С. А., Мисюк Н. Н. Особенности психической дезадаптации населения, пострадавшего от Чернобыльской катастрофы // Здравоохранение – 1997 – № 6 – С. 36 – 37.
18. Галстян И. А., Гусев И. А., Баранов А. Е., Нугис В. Ю. Медицинское обеспечение ликвидации последствий радиационных аварий // Медицинская радиология. -1991 – Т. 36. - № 3. - С. 57 – 60.
19. Герасимова Л. И., Жижин В. Н., Кижаяев Е. В., Путинцев А. Н. Термические и радиационные ожоги. Система информационной поддержки действий по диагностике и лечению // М.: Медицина, 1996 – 245 С.
20. Гусев И. А., Моисеев А. А., Гуськова А. К., Нугис В. Ю. Оценка вклада внутреннего облучения в ранние проявления острой лучевой болезни у пострадавших при

- аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология. -1990. – Т. 35. – № 12. – С. 16 – 20.
21. Гуськова А. К. Международная конференция "Медицинские последствия Чернобыльской и других радиационных аварий" (Женева, ВОЗ, 20 – 23 ноября 1995 // Медицинская радиология и радиационная безопасность. -1996. – Т.41. – № 2. – С. 66 – 68.
 22. Гуськова А. К. Основные этапы формирования отечественной радиационной медицины // Медицинская радиология – 1993. – Т. 38. – № 8. – С. 40 – 45.
 23. Гуськова А. К., Баранов А. Е. Гематологические эффекты у подвергшихся облучению при аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология – 1991. – Т. 36 – № 8. – С. 31 – 37.
 24. Данилов И. П., Данилова З. И. Возможности цитогенетического анализа в клинической оценке дозы облучения // Здравоохранение Беларуси – 1992 – № 4. – С. 67 – 73.
 25. Даревский В. И. Сравнительная терапия местных лучевых поражений слизистой оболочки полости рта // Здравоохранение Белоруссии – 1991 – № 4 – С. 31.
 26. Джекобс М. М. Питание и рак // Вопросы питания – 1993 – № 4 – С. 20 – 26.
 27. Домрачева Е. В., Клевезань Г. А., Нечай В. В., Гапонович В. И. и др. Индивидуальные дозы облучения, определенные двумя методами биологической дозиметрии у жителей Чернобыльского региона и участников ликвидации аварии // Гематология и трансфузиология. – 1991. –Т. 36 – № 12.
 28. Дударев А.Л. Лучевая терапия. – Л.: Медицина, 1988.– 192 с.
 29. Ермолина Е. П., Иванов С. И. Нормы и регламенты радиационной безопасности // Медицинская радиология – 1993. – Т. 38. - № 8. – С. 28 – 30.
 30. Журавлев В. Ф. Влияние витамина А, ретиноидов и β -каротина на канцерогенез // Метаболизм и биологическое действие радионуклидов при оральном поступлении в организм: Сб. научн. тр. Института биофизики – М.-1989 – С. 228 – 235.
 31. Журавлев В. Ф. Токсикология радиоактивных веществ – М.: Энергоатомиздат – 1990. – 336 с.
 32. Заявление группы ученых, работающих в области радиационной безопасности и радиационной медицины, в связи с ситуацией, обусловленной аварией на Чернобыльской атомной электростанции // Медицинская радиология – 1990. – Т. 35 – - № 1. – С. 7 – 9.
 33. Зубович В. К. Здоровье детей в постчернобыльской Беларуси // Медицинские новости – 1997 – № 2 – С. 10 – 13.
 34. Ильин Л. А. Регламенты радиационного воздействия, лучевые нагрузки на население и медицинские последствия Чернобыльской аварии // Медицинская радиология. -1991. – Т. 36 – № 12. – С. 9 – 18.
 35. Ильин Л. А. Реалии и мифы Чернобыля – М.: ALARA Limited, 1994 – 446 с.
 36. Ильин Л. А., Балонов М. И., Булдаков Л. А. и др. Экологические особенности и медико-биологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология – 1989 – Т. 34 – № 11. – С. 59 – 81.
 37. Ильин Л. А., Кириллов В. Ф. Коренков И. П. Радиационная гигиена. – М.: Медицина, 1999. – 384 с.
 38. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствия, подготовленная для МАГАТЭ. – Атомная энергия. – 1986. – Т. 61 – В. 5. – С. 301 – 320.
 39. Кеирим-Маркус И. Б., Пантелькин В. П. Радиойод: воздействие на здоровье населения в чрезвычайных радиологических ситуациях // Медицинская радиология и радиационная безопасность – 2003 – Т. 48 – № 5 – С. 12 – 15.

40. Кишковский А. Н., Тютин Л. А., Есиновская Г. Н. Атлас укладок при рентгенологических исследованиях. Л.: Медицина, 1987. – 520 с.
41. Книжников В. А. Радиационная безопасность на территориях, загрязненных в результате Чернобыльской аварии: порочный круг проблем // Медицинская радиология – 1992. – Т. 37 – №1. – С. 4 – 8.
42. Коллективные дозы облучения населения населения Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС и прогноз стохастических эффектов / Кенигсберг Я. Э., Миненко В. Ф., Буглова Е. Е. и др. / Девять лет Чернобылю. Медицинские последствия. Сб. науч. тр. Вып 2. – М.: Ред. журн. "Адукацыя і выхаванне", 1995. – С. 61 – 69.
43. Кондрусев А. И., Спиричев В. Б., Чертков К. С., Рымаренко Т. В. Витамины и ионизирующая радиация // Химико-фармацевтический журнал – 1990 – Т. 24 – № 1 – С. 4 – 12.
44. Контроль радиационной безопасности / Под ред. Е. И. Воробьева – 1989 – 192 с.
45. Корзун В. Н. Снижение дозы внутреннего облучения радионуклидами цезия ферроцином (берлинская лазурь) // Медицинская радиология. -1991. – Т. 36. - №5. – С. 23 – 26.
46. Корзун В. Н., Воронова Ю. Г., Парац А. Н., Подкорытова А. В., Рогальская Л. А., Сагло В. И., Скоринова А. И. Альгинаты в профилактике внутреннего облучения // Медицинская радиология – 1992. – Т. 37 – № 5 – 6 – С. 31 – 34.
47. Королев В. И. Тканевые дозы излучения у жителей, проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология – 1992. – Т. 37 – № 5 – 6. – С. 27 – 29.
48. Королев В. И., Мурашов Б. В., Фейгин Л. Г. Костномозговые тканевые дозы при различных видах радиационного воздействия // Медицинская радиология – 1990 – Т. 36 – № 9. – С. 6 – 8.
49. Косинский В. В., Нежинец Н. В., Алехнович М. В. Задачи органов госсаннадзора по ограничению лучевых нагрузок на население при проведении рентгенологических исследований // Жизнь после Чернобыля: 16 лет спустя. – Митнск, 2002. – С. 138 – 143.
50. Кулин Е. Т., Улащик В. С., Конев С. В. Об альтернативных подходах к решению медико-биологических аспектов Чернобыльской проблемы // Здравоохранение – 1996 – № 5 – С. 11 – 16.
51. Лазюк Г. И., Бедельбаева К. А., Фомина Ж. Н. Цитогенетические эффекты дополнительного радиационного воздействия малых доз ионизирующего излучения // Здравоохранение Белоруссии – 1990 – № 6 – С. 38 – 41.
52. Лазюк Г., Николаев Д., Новикова И. Динамика врожденной и наследственной патологии в Беларуси в связи с Чернобыльской катастрофой // Медицина – 1996 – № 3 – С. 7 – 8.
53. Лепешко Н. Н. Радон, или эманация радия – газ, опасный для здоровья человека // Здравоохранение Белоруссии. – 1990. – № 1. – С. 76 – 77.
54. Линденбратен Л. Д., Королюк И. П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии) – М.: Медицина, 2000. – 672 с.
55. Лучевая терапия в лечении рака. Практическое руководство. ВОЗ. – 2000 – М.: Медицина – 338 с.
56. Лучевая терапия злокачественных опухолей. Руководство для врачей / Е. С. Киселева, Г. В. Голдобенко, С. В. Канаев и др. // Под ред. Е. С. Киселевой, – М.: Медицина, 1996. – 464 с.

57. Ляликов С. А., Белевич А. В., Бойко В. А. Морфофункциональная характеристика щитовидной железы у детей, подверженных хроническому воздействию малых доз радиации // Материалы международной научной конференции. – Гродно. 1993. – С. 186 – 187.
58. Максимов М. Т., Оджагов Г. О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. Учебное пособие – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 304 с.
59. Матвеев В. Н. Радиационная медицина. – Витебск, ВГМУ, 2002 – 211 с.
60. Медицинские последствия радиационных аварий и катастроф // Шишмарев Ю. Н., Алексеев Г. И., Никифоров А. М., Ларченко Г. К., И. А. / под ред. проф. Э. А. Нечаева и проф. Ю. Л. Шевченко: С.-Петербург, 1992.
61. Миненко В. Ф., Улановский А. В. О требованиях к установкам СИЧ для массового радиометрического контроля внутреннего облучения населения // Тез. докл. Всесоюзного Совещания – Гомель, 20 - 21 сентября – 1989 – М.: 1989 – С. 60 – 61.
62. Михайлов А. Н. Средства и методы современной рентгенографии: Практ. рук. – Мн.: Бел. наука – 2000 – 242 с.
63. Надежина Н. М. Опыт организации медицинской помощи пострадавшим при аварии на Чернобыльской АЭС в условиях специализированного стационара // Медицинская радиология – 1990 – Т. 35 – № 12 – С. 40 – 41.
64. Наркевич Б. Я. Радиационная безопасность в радионуклидной диагностике: современное состояние и проблемы // Медицинская радиология и радиационная безопасность – 1999 – Т. 44 – № 5 – С. 5 – 11.
65. Наркевич Б. Я., Зиновьева Н. П. Обеспечение радиационной безопасности пациентов в ядерной медицине: анализ нормативной базы // Медицинская радиология и радиационная безопасность – 2003 – Т. 48 – № 5 – С. 5 – 11.
66. Нормы радиационной безопасности – Минск: 2000 – 98 с.
67. Общее руководство по радиологии / Ред Х. Петерсон. – М.- Спас. – 1995 – Т. 1 – 2. 1400 с.
68. Овчинников В. А. Лучевые поражения при общем и местном облучении. Методические рекомендации – Гродно, 2000 – С. 31.
69. Овчинников В. А., Волков В. Н. Неотложная медицинская помощь при радиационных авариях. Методические рекомендации – Гродно, 1999 – С. 21.
70. Овчинников В. А., Волков В. Н., Смирнов С. А. Лучевые поражения при радиационных авариях: История и уроки // Новости лучевой диагностики – 1999 – № 2 – С. 2 – 4.
71. Овчинников В. А., Мелешко А. М. Модернизация оборудования и снижение дозовой нагрузки в медицинской радиологии и рентгенологии / В кн.: Лучевая диагностика – проблемы обновления и модернизации материально-технической базы и технологий. – Минск, 1997 – С. 39 – 45.
72. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности – Минск: 2002 – 69 с.
73. Петухов А. В., Стрикелев В. С., Покуле А. Г., Киселев В. В. Формирование доз излучения при проведении рентгенологического исследования по материалам медико-санитарной части Красноярска // Медицинская радиология – 1993 – Т. 38. – № 5 – С. 36 – 38.
74. Постников В. А., Сидорин В. П., Ставицкий Р. В. Радиационный контроль при рентгенологических исследованиях // Медицинская радиология. – 1988. – Т. 23. – № 10. – С. 18 – 20.

75. Путеводитель по диагностическим изображениям. Справочник практического врача / Ш. Ш. Шотемор, И. И. Пурижинский, Т. В., Шевчикова и др. – М.: Советский спорт. – 2001. – 400 с.
76. Пшеничная Т. И., Волков А. И. Анализ состояния здоровья населения, подвергшегося воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, в Гомельской области // Жизнь после Чернобыля: 16 лет спустя. – Минск, 2002. – С. 39 – 42.
77. Радиационная защита населения. Публикация 40, 43 МКРЗ: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 80 с.
78. Радиационная медицина: Учеб. пособие / А. Н. Стожаров, Л. А. Квиткевич, А. Р. Аветисов и др. Под общ. ред. А.Н. Стожарова. – 2-е изд., перераб и доп. – Мн.: БГМУ, 2002 – 143 с.
79. Рекомендации населению по поведению на территории, загрязненной радионуклидами / В. В. Малаховский, М. И. М. И. Балонов, В. В. Борисова и др. Под ред. П. В. Рамазаева. – М.: Издат., 1992. – 16 с.
80. Руководство по организации медицинской помощи при радиационных авариях / А. К. Гуськова, А. В. Барабанова, Р. Д. Друтман, А. А. Моисеев. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 88 с.
81. Руководство по медицинским вопросам противорадиационной защиты / Л. А. Ильин, А. И. Воробьев, В. А. Иванов и др. – М.: Медицина, 1975. – 215 с.
82. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований. – Минск: 2004. – 72 с.
83. Севаньяев А. В., Деденков А. Н. Актуальные проблемы современной радиобиологии в свете оценки и прогнозирования последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Радиобиология. – 1990. – Т. 30. – № 5. – С. 579 – 583.
84. Ставицкий Р. В., Лясс Ф. М., Каган И. Е., Абрамченко Ю. А., Бархударов Ф. М., Лебедев Л. А. Дозовые нагрузки на население СССР при рентгенодиагностике и меры их снижения после аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология. – 1990. – Т.35. – № 8. – С. 5 – 7.
85. Стожаров А. Н., Сычик С. И., Синякова О. К., Квиткевич Л. А., Смелянская Г. Н., Аветисов А. Р. Принципы снижения дозовых нагрузок на население при проживании на загрязненных радионуклидами территориях // Медицинские новости. – 2001. – Т. 68. – № 2. – С. 26 – 30.
86. Торубаров Ф. С., Чинкина О. В. Психическое состояние и трудоспособность пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС в период восстановления и ближайших последствий острой лучевой болезни // Медицинская радиология. – 1991. – Т.36. – № 1. – С. 10 – 13.
87. Царегородцев А. Д. Десятилетние уроки Чернобыля // Медицинская радиология. – 1996. – Т.41. – № 2. – С. 3 – 7.
88. Ярмоненко С. П. Малые дозы - “большая беда” // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 1996. – Т.41. – № 2. – С. 32 – 39.
89. Ярмоненко С. П., Конопляников А. Г., Вайнсон А. А. Клиническая радиобиология. – М.: Медицина, 1992. – 320 с.
90. Daffner R., Clinical Radiology. – Baltimore. – Williams Wilkins. – 1993. – 391 p.
91. Diagnosis and treatment of radiation injuries. – Vienna, / IAEA. – 1998. – 49 p.
92. Dosimetric and medical aspects of the radiological in Gaiania in 1987. – Vienna, / IAEA. – 1988. – P. 150.

93. Early dose assessment following severe radiation accidents / R. E. Goans, E. C. Holloway, M. E. Berger, R. C. Ricks // Health Physics. – 1997. – Vol. 72. – № 4. – P. 513 – 518.
94. Oxygenation of human tumors: The Mainz experience / P. Vaupel, O. Thews, D. K. Keleher et al. // Strahlenther. Onkol. – 1998. – Bd. 174. – Suppl. IV. – S. 6 – 12.
95. Practical Radiation technical manual. Health effects and medical surveillance. – Vienna, IAEA. – 1998. – 63 p.
96. Saunders M. The implications of the CHART trial for the treatment of non-small cell lung cancer // Lung Cancer. – 2000. – Vol. 29. – № 2. – P. 177 – 178.
97. Transport of radioactive materials Q & A about Incident Response / Berger M. E., Byrd B., West C., Ricks R. C., – Oak Ridge, 1992. – 32 p.
98. Waxman A. D. PET: functional imaging applications in oncology // Medical world. – 2002. – Vol. 46/1. – P. 12 – 18.